



# UFZ-Bericht

Nr. 28/2000

---

**Einfluss der Bewirtschaftung auf den C-N-  
Kreislauf im Boden und den N-Austrag in  
die Umwelt**

---

Uwe Franko und Stefan Schenk

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH,  
Sektion Bodenforschung

Abschlußbericht zum Projekt:

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

Wissenschaftliche Bearbeitung:

Dr. Uwe Franko (Projektleitung)

Stefan Schenk

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Sektion Bodenforschung

Theodor-Lieser-Str. 4

D-06120 Halle/S.

---

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln  
des Ministeriums für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt  
des Landes Sachsen-Anhalt unter dem Förderkennzeichen  
76213/20/97 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der  
Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                                     | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Erläuterung der Abkürzungen                                                                                                         | 2     |
| 1. Einleitung und Zielstellung                                                                                                      | 3     |
| 2. Methodische Grundlagen (Simulationsmodell)                                                                                       | 4     |
| 3. Informationstechnisches Konzept für regionale Anwendungen<br>(Informationssystem CANDY+GIS)                                      | 5     |
| 4. Beschreibung des Untersuchungsgebietes                                                                                           | 8     |
| 5. Erhebung und Analyse der Primärdaten zu Standort und Bewirtschaftung                                                             | 9     |
| 5.1 Regionalisierung der Standortdaten                                                                                              | 9     |
| 5.1.1 Ableitung regionaler Bodeninformationen                                                                                       | 9     |
| 5.1.2 Generierung von Klimadaten für die Untersuchungsregion                                                                        | 12    |
| 5.1.2.1 Klimacharakteristik des Referenzstandortes Bad Lauchstädt                                                                   | 12    |
| 5.1.2.2 Methode der Regionalisierung                                                                                                | 13    |
| 5.2. Agrarnutzung und -strukturwandel in der Region zwischen 1980 u. 1996                                                           | 15    |
| 5.2.1 Datengrundlagen                                                                                                               | 15    |
| 5.2.2 Strukturanalyse                                                                                                               | 16    |
| 6. Bewirtschaftungsszenarien                                                                                                        | 21    |
| 6.1. Modellierung des Strukturwandels für ein Teilgebiet der Querfurter Platte<br>(Kerngebiet, Realszenario 1981-1996, Szenario I)  | 21    |
| 6.1.1 Szenariobeschreibung                                                                                                          | 21    |
| 6.1.2 Simulationsergebnisse                                                                                                         | 23    |
| 6.1.3 Bewertung der Simulationsergebnisse                                                                                           | 27    |
| 6.2. Analyse des Stoffhaushaltes für das aktuelle Nutzungssystem im<br>Gleichgewichtszustand (Kerngebiet, „1997-2060“, Szenario II) | 28    |
| 6.2.1 Szenariobeschreibung                                                                                                          | 28    |
| 6.2.2 Simulationsergebnisse                                                                                                         | 30    |
| 7. Schlußfolgerungen und Handlungsempfehlungen für eine umweltgerechte<br>Agrarnutzung im Untersuchungsgebiet                       | 35    |
| 8. Thematische Auswertungen mit dem Informationssystem (Beispiel)                                                                   | 37    |
| 9. Zusammenfassung und Ausblick (Forschungsbedarf)                                                                                  | 39    |
| 10. Literatur                                                                                                                       | 42    |
| 11. Anlagen                                                                                                                         |       |
| 11.1 Verwendung von Bewirtschaftungsdaten für CANDY auf der Querfurter<br>Platte                                                    |       |
| 11.2 Bewirtschaftungsdaten vom Herbst 1990 – Ernte 1996                                                                             |       |
| 11.3 Das Datenmodell CANDY&GIS                                                                                                      |       |
| 11.4 Bodendaten                                                                                                                     |       |

## Erläuterung der Abkürzungen

|                    |                                                                                    |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| AF                 | Ackerfläche                                                                        |
| AVP                | Agrarstrukturelle Vorplanung                                                       |
| BDF                | Boden-Dauerbeobachtungsfläche                                                      |
| BFG                | Bodenformengesellschaft                                                            |
| C                  | Kohlenstoff                                                                        |
| C <sub>i, TM</sub> | Kohlenstoffgehalt in der Trockenmasse                                              |
| CANDY              | <b>C</b> arbon and <b>N</b> itrogen <b>D</b> Ynamics (Name des Simulationsmodells) |
| C <sub>rep</sub>   | Reproduktionswirksamer Kohlenstoff (im Boden)                                      |
| ETA                | Synthesekoeffizient (Modellparameter)                                              |
| FM                 | Frischmasse                                                                        |
| GIS                | Geographisches Informationssystem                                                  |
| LF                 | Landwirtschaftsfläche                                                              |
| MMK                | Mittelmaßstäbige Standortkartierung (historisch)                                   |
| N                  | Stickstoff                                                                         |
| N <sub>min</sub>   | Mineralischer Stickstoff (im Boden)                                                |
| NN                 | Normal Null                                                                        |
| OBS                | Organische Bodensubstanz („Humus“)                                                 |
| PC                 | Personalcomputer                                                                   |
| PET                | Potentielle Evapotranspiration                                                     |
| SQL                | Structured Query Language (strukturierte Abfragesprache für Datenbanken)           |
| TM                 | Trockenmasse                                                                       |
| VE                 | Vieheinheit                                                                        |
| WMZ                | Wirksame Mineralisierungszeit                                                      |
| Z                  | Zufallszahl (Parameter für den statistischen Wettergenerator)                      |



## 1. Einleitung und Zielstellung

Die Stoff- und Energieflüsse innerhalb von Agrarlandschaften werden im Gegensatz zu natürlichen bzw. naturnahen Ökosystemen entscheidend durch deren Bewirtschaftung beeinflusst. Die Produktion von Biomasse ist in ihren verschiedenen Verwertungsformen (Nahrungsmittel, Futtermittel, Energiequelle, Rohstoff) Existenzgrundlage der Gesellschaft.

Eine vorrangige Orientierung auf die Primärproduktion in agrarisch genutzten Gebieten hat häufig umweltschädigende Stoffausträge zur Folge, die sich in Abhängigkeit von der Höhe anthropogener Einträge sowie von unterschiedlichen Boden- und Standorteigenschaften differenzieren. Die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Agrarlandschaften erfordert in der Zukunft Nutzungsstrategien, die das gegebene landwirtschaftliche Produktionspotential des Bodens weitestgehend ausnutzen und dabei gleichzeitig die negativen Folgen für Umwelt und Klima minimieren. Wichtige Kriterien dafür sind ausgeglichene Nährstoffbilanzen sowie möglichst hohe Energiegewinne in Form von Biomasse (Agrarproduktion als CO<sub>2</sub>-Senke).

Die Erzeugungs- und Verwertungsräume der pflanzlichen Produktion sind mit zunehmender Urbanisierung und Industrialisierung (einschließlich Herstellung synthetischer Düngemittel) immer weiter entkoppelt worden. Diese Entkopplung ist letztlich für die durch lokalen Nährstoffüberschuß verursachten Umweltbeeinträchtigungen verantwortlich. Eine Lokalisierung der Ursachen kann nur durch eine gebietsbezogene Betrachtung der Dynamik der Stoffflüsse erfolgen. Dabei müssen die internen Flüsse des betreffenden agrarisch genutzten Systems sowie die über die Systemgrenzen hinausgehenden natürlichen und anthropogenen Flüsse berücksichtigt werden. Als System wird in diesem Zusammenhang ein Ausschnitt einer Agrarlandschaft definiert, der durch Standortbedingungen und durchgeführte Landnutzungen (Bewirtschaftungssysteme) charakterisiert wird. Ein Bewirtschaftungssystem wird durch die Parameter Anbaustruktur und Tierbesatz sowie durch eine bestimmte Intensität der Agrarproduktion definiert.

Der organischen Bodensubstanz kommt bei der Betrachtung dynamischer Prozesse in Agrarlandschaften eine Schlüsselrolle zu, da sie einerseits biologische, chemische und physikalische Bodeneigenschaften maßgeblich beeinflusst und andererseits während ihrer

Umsetzung spezifische Mengen von Nähr- und Schadstoffen freigesetzt werden. Stoffbilanzüberschüsse führen häufig zu erheblichen Beeinträchtigungen angrenzender Medien (Grund- und Oberflächenwasser, Atmosphäre).

Die bewirtschaftungsbedingte Dynamik der Zustandsgrößen Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser wurde anhand von Modellrechnungen für eine intensiv genutzte Agrarlandschaft im mitteldeutschen Schwarzerdegebiet exemplarisch untersucht. Im Vordergrund des Vorhabens standen die Untersuchung des aktuellen Bewirtschaftungssystems (90er Jahre) einschließlich seiner Vorgeschichte (bis 1989) sowie die Prognose der Ausprägung der Stoffflüsse für das aktuelle System im Gleichgewichtszustand. Im Rahmen des Projektes wurden wichtige Kenngrößen des Stoffhaushaltes eingeschätzt sowie Handlungsspielräume aufgezeigt. Während der Projektbearbeitung wurden außerdem informationstechnische Werkzeuge geschaffen, die die regionale Untersuchung des Stoffhaushaltes von der Modellrechnung bis zur interaktiven Auswertung unterstützen.

## **2. Methodische Grundlagen (Simulationsmodell)**

Grundlage für die Untersuchungen bilden Szenariorechnungen mit dem Simulationssystem CANDY (CARbon and Nitrogen DYNamics). Das System hat als Kern das eigentliche Simulationsmodell, das die Dynamik der Transport- bzw. Umsatzprozesse von Wasser, Kohlenstoff und Stickstoff im Boden eindimensional bis zu einer standardmäßigen Tiefe von zwei Metern beschreibt.

Hydrologische Prozesse werden auf Basis eines Kapazitätskonzeptes betrachtet. Wesentlich für das Modell ist eine enge Kopplung von Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf im Boden, wobei die organische Bodensubstanz (OBS) in die zwei Bestandteile inerte (stabile) OBS und umsetzbare OBS eingeteilt wird. Die umsetzbare OBS dient als entscheidender Indikator für die Einschätzung des Zustandes eines Bewirtschaftungssystems. Es wird dabei davon ausgegangen, daß sich unter definierten Standortbedingungen (= Umsatzbedingungen) in Abhängigkeit von der (kontinuierlich) zugeführten primären organischen Substanz im Gleichgewichtszustand des Systems ein bestimmtes Niveau der umsetzbaren OBS einstellt. Aus Dauerfeldversuchen ist bekannt, daß das Systemgleichgewicht erst in Zeithorizonten von mehr als 50 Jahren erreicht wird.

Das CANDY-System ist modular aufgebaut. Neben dem Simulationskern zur mathematischen Abbildung der Bodenprozesse wurde eine Benutzeroberfläche entwickelt, mit der die Verwaltung von Modellinput-Daten (Wetter und Bewirtschaftung), Startwerten, Parametern (Boden, Pflanze, Dünger) und Meßwerten unterstützt wird. Weitergehende Beschreibungen zum Aufbau und zur Validierung des CANDY-Systems sind in verschiedenen Publikationen nachzuvollziehen (FRANKO et al., 1995a, 1995b, 1997).

### **3. Informationstechnisches Konzept für regionale Anwendungen (Informationssystem CANDY+GIS)**

Durch die Anbindung eines Geographischen Informationssystems (GIS, ARC/INFO®) wurde das CANDY-System für regionale Untersuchungen weiterentwickelt, entsprechende Methoden der Parameterableitung (Regionalisierung) wurden innerhalb des hier beschriebenen Forschungsvorhabens weiterentwickelt und angewendet. In der Abbildung 1 ist das informationstechnische Konzept\* vereinfachend dargestellt. Als Primärdaten sind innerhalb des Geographischen Informationssystems die Informationsebenen Boden, Klima und Landnutzung für ein Untersuchungsgebiet zu erfassen (Geodaten) sowie zu beschreiben (Attribute). Der GIS-Datensatz mit dem Verschnittergebnis der drei Ebenen wird in eine zentrale Datenbank (SYBASE®) eingelesen. Durch die relationale Anbindung eines Bewirtschaftungsszenarios (CANDY-Maßnahmedatei) an das Nutzungsattribut der Verschnittdatei wird die Voraussetzung für die Ableitung der Simulationsobjekte geschaffen. Durch die Verknüpfung mit den betreffenden modelleigenen Parametern wird anschließend die Datenumgebung für die Simulationsdurchführung aufgebaut.

Die Simulationsrechnung mit dem CANDY-System erfolgt für jede logisch verschiedene Kombination aus Boden, Klima und Bewirtschaftung eines untersuchten Gebietes.

Die dabei zu protokollierenden Zustandsgrößen können vom Nutzer vorgegeben werden.

---

\* Einzelheiten zum Datenmodell sind Anlage 11.3 zu entnehmen

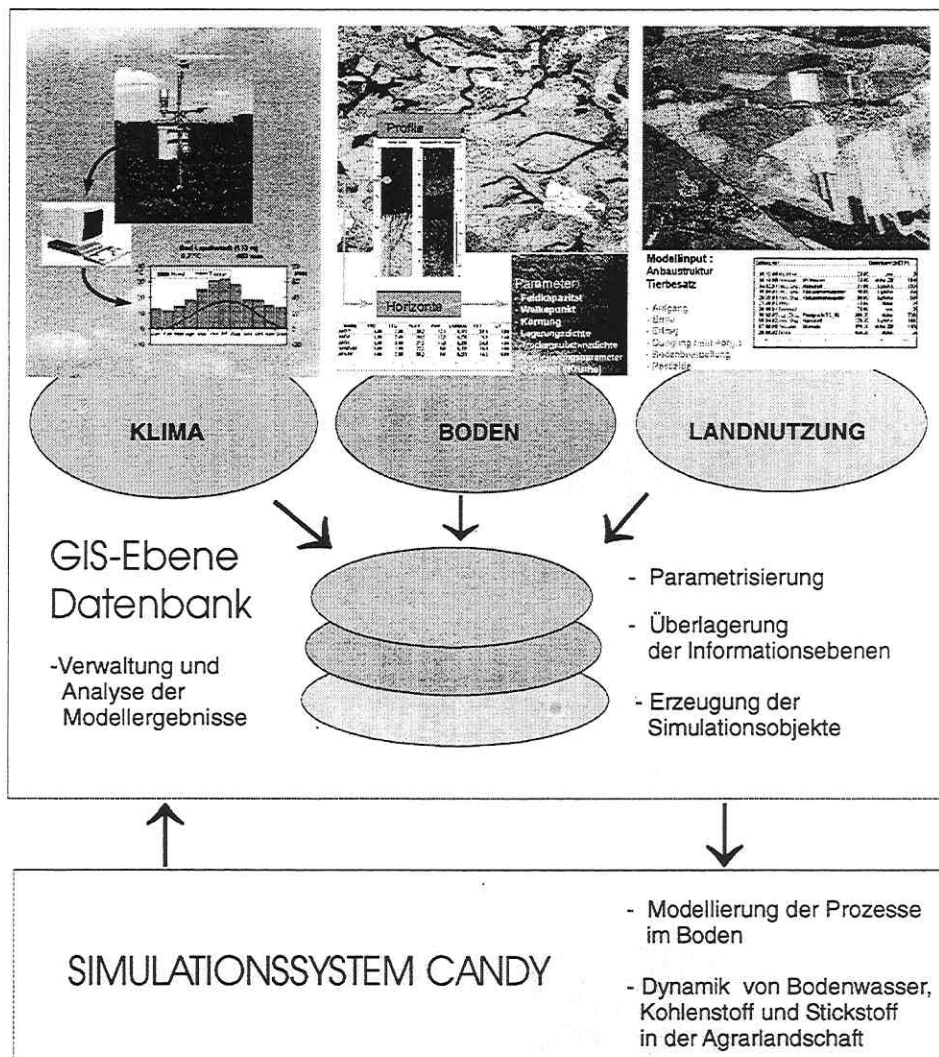


Abb. 1: Informationstechnisches Konzept (Schema)

Nach vollständiger Beendigung der Simulationsaufgabe, die aufgrund der Komplexität meist dezentral auf einem Netzwerk mehrerer PC ausgeführt wird, werden die Ergebnisse in die zentrale Datenbank eingelesen. Für die Analyse der zeitlichen und räumlichen Dynamik des gebietsbezogenen Stoffhaushaltes wurden innerhalb des Informationssystems CANDY+GIS interaktive Auswertungsmodule als Werkzeuge geschaffen. Weitergehende externe Auswertungen von Modellergebnissen können auf Basis entsprechender SQL-Abfragen aus der zentralen Datenbank realisiert werden.

Die bei regionalen Anwendungen erforderlichen Arbeitsschritte werden entsprechend ihrer Abfolge in Abbildung 2 veranschaulicht.

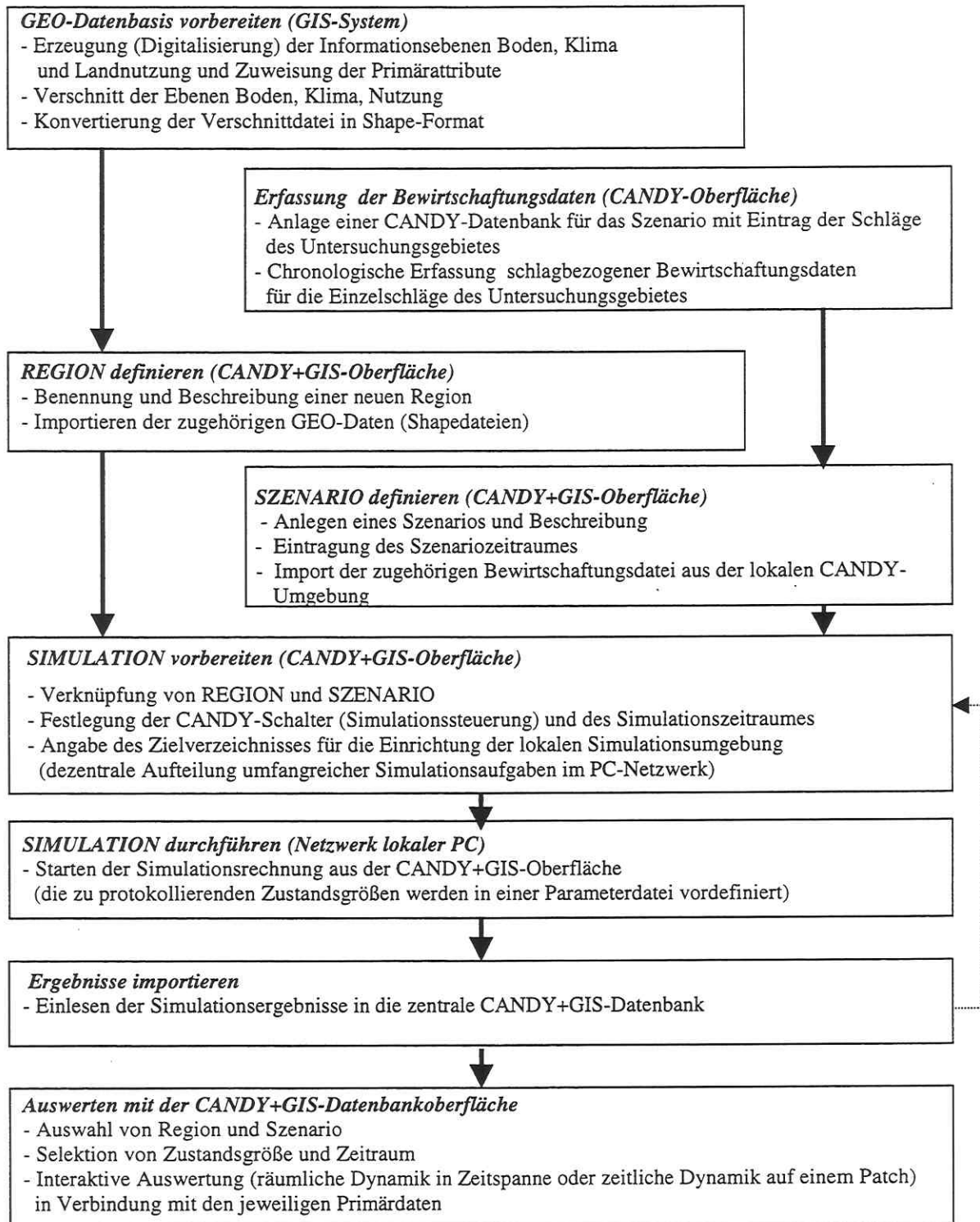


Abb. 2: Arbeitstechnologie bei regionaler Anwendung des CANDY-Systems

#### 4. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das ca. 4000 ha große Untersuchungsgebiet („Kerngebiet“) befindet sich im Landkreis Merseburg-Querfurt (Bundesland Sachsen-Anhalt) und ist der Landschaftseinheit „Querfurter Platte“ zuzuordnen (Abbildung 3). Es ist typisch für die intensiv agrarisch genutzte Lößregion Mitteldeutschlands mit ihren spezifischen klimatischen Bedingungen (Mitteldeutsches Trockengebiet). Die Flächennutzung der Region wird eindeutig von der Landwirtschaft dominiert. Im Planungsgebiet der Agrarstrukturellen Vorplanung „Querfurter Platte“ (LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT, 1995), in dem sich auch der Untersuchungsraum befindet, beträgt der Anteil der Landwirtschaftsfläche 89 %, von der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden etwa 97 % ackerbaulich genutzt.

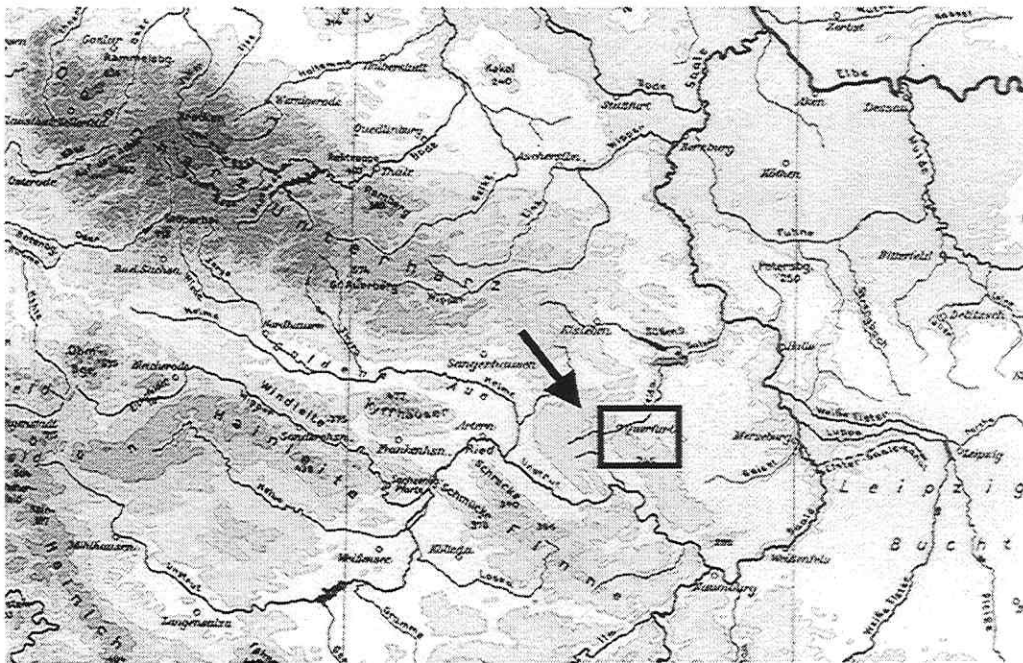


Abb. 3: Lage des Untersuchungsgebietes (Querfurter Platte)

Die hier dominierenden Böden sind Schwarzerden aus Löß. Sie gehören zu den fruchtbarsten Böden Deutschlands und sind in verschiedenen Ausprägungen für ca. ein Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche Sachsens charakteristisch.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes treten typische flächenhafte Bodenheterogenitäten auf. Diese ergeben sich durch partielle Unterlagerungen von sandigen und lehmigen Substraten sowie durch erosionsbedingt vorkommende Vergesellschaftungen von



Pararendzinen und Kolluvisolen in Bereichen mit etwas stärkerer Geländeneigung. Klimatisch befindet sich die Region im Lee-Einfluß des Harzes. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme liegt etwa zwischen 520 und 560 mm, wobei ein Anstieg mit zunehmender Höhe über NN (180 – 245 m) von Nordost nach Südwest zu verzeichnen ist. Die durchschnittliche jährliche Lufttemperatur beträgt etwa 8.7 °C. Weitergehende Informationen zu Standorteigenschaften und Bodennutzung im Gebiet der Querfurter Platte werden von ALTERMANN (1995a) zusammengefaßt. Landschaftsstrukturen und -funktionen werden ausführlich von GRABAUM et al. (1999) analysiert und bewertet. Eine wichtige Bezugsbasis für das Gebiet stellt der unter vergleichbaren Bedingungen (Löß-Schwarzerde) ca. 15-20 km östlich gelegene Versuchsstandort Bad Lauchstädt mit seinen Langzeitexperimenten und Intensivmeßflächen dar (KÖRSCHENS, 1994; BAHN et al., 1995; KÖRSCHENS et al., 1998).

## **5. Erhebung und Analyse der Primärdaten zu Standort und Bewirtschaftung**

### **5.1. Regionalisierung der Standortdaten**

Die Regionalisierung setzte sich aus der Bildung geographischer Objekte unter Nutzung des Geographischen Informationssystems und der Wertzuweisung (Parametrisierung entsprechend der Anforderungen des Modellinputs) zusammen. Als standortbezogene Daten benötigt das CANDY-System Bodeninformationen sowie Witterungsdaten in Tagesauflösung als dynamischen Modellantrieb. Diese wurden für das Untersuchungsgebiet entsprechend der nachfolgenden Beschreibungen abgeleitet.

#### **5.1.1 Ableitung regionaler Bodeninformationen**

Die Basis für die Ableitung modellspezifischer Bodenparameter für die Region bildete eine Karte der Bodenformengesellschaften für die landwirtschaftlich genutzten Flächen der Region (ALTERMANN und KÜHN, 1995b). Die Kartiereinheiten setzen sich aus einer oder mehreren Leitbodenformen zusammen, die in bestimmten Flächenanteilen auftreten (Abb. 4). Für jede Leitbodenform werden Standardprofile definiert und die für das CANDY-System benötigten Bodenparameter Feldkapazität, Permanenter Welkepunkt,



Körnung (Ton+Feinschluff), Trockenrohdichte, Trockensubstanzdichte, Versickerungswert sowie  $C_{org}$ -Gehalt (0-30 cm) horizontweise zugewiesen. Anhand der ausgewiesenen Flächenanteile werden später die profilweise ermittelten Simulationsergebnisse entsprechend ihrer Gewichte für eine Aussage über die ausgegrenzte Bodenformengesellschaft aggregiert. In Tabelle 1 sind die im Kerngebiet Querfurter Platte laut Bodenkarte auftretenden Bodenformengesellschaften\* aufgelistet, wobei eine zusätzliche Zuordnung der Nomenklatur der ehemaligen Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) erfolgte.

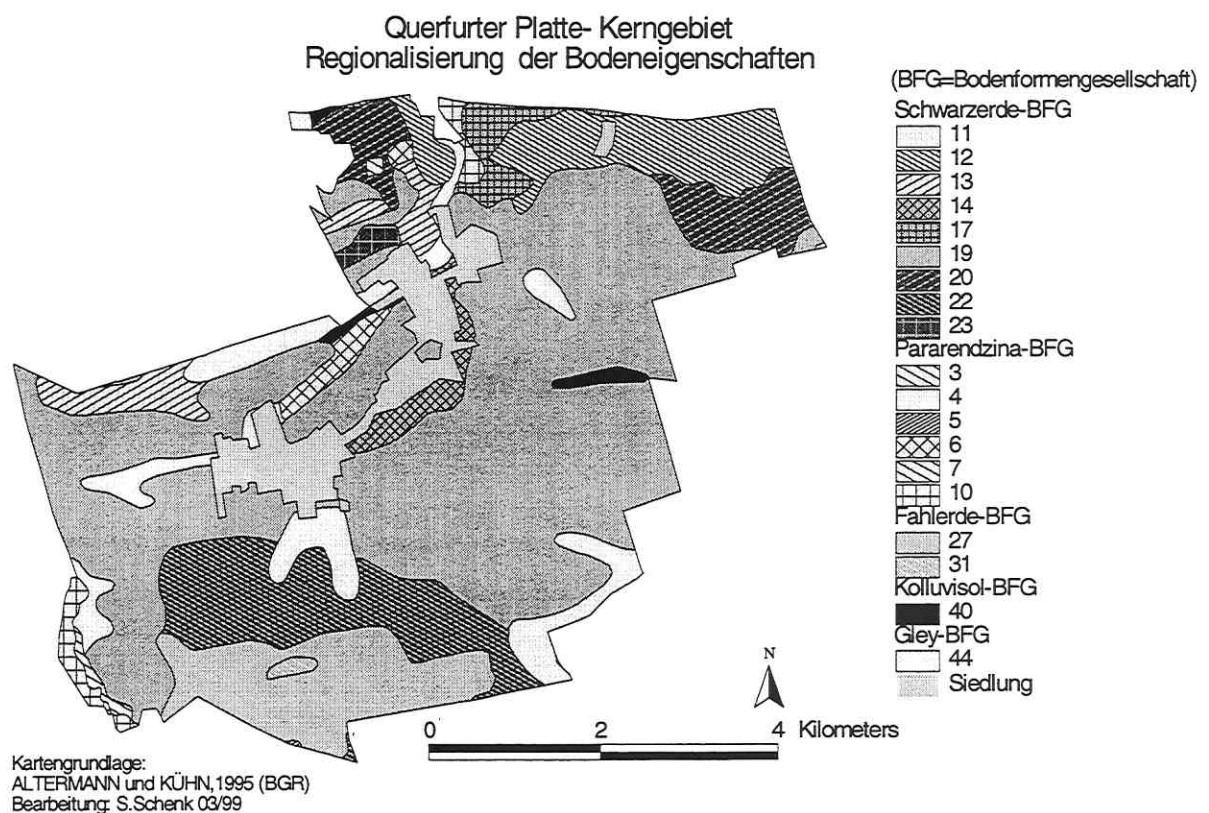


Abb. 4: Bodenkarte des Untersuchungsgebietes (schematisch)

\* Detaillierte Angaben zu den Bodendaten sind in Anlage 11.4 zusammengestellt.

Tabelle 1: Bodenformgesellschaften (BFG) im Kerngebiet „Querfurter Platte“

| Nr. (Karte, Abb. 4) | Bezeichnung der BFG (KA4)                                               | Standort-regionaltyp* (MMK) | Flächenanteil [%] |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
|                     | <b>Schwarzerde-BFG</b>                                                  |                             |                   |
| 11                  | Löß-Schwarzerden                                                        | Lö1a1                       | 0.1               |
| 12                  | Gruslehmunterlagerte Löß- und Gruslöß-schwarzerden                      | Lö1c9(2)                    | 6.8               |
| 13                  | Löß-Schwarzerden und Pararendzinen                                      | Lö1a3                       | 3.1               |
| 14                  | Sandunterlagerte Löß-Schwarzerden und Pararendzinen                     | Lö2c6                       | 1.5               |
| 17                  | Gruslöß-Schwarzerden und Pararendzinen                                  | V2c4(1)                     | 1.7               |
| 19                  | Löß-Braunerde-Schwarzerden und Schwarzerden                             | Lö1a1                       | 51.9              |
| 20                  | Sand- oder lehmunterlagerte Löß-Braunerde-Schwarzerden und Schwarzerden | Lö1c4                       | 4.7               |
| 22                  | Löß-Parabraunerde-Schwarzerden                                          | Lö1a2                       | 9.7               |
| 23                  | Gruslehmunterlagerte Löß-Parabraunerde-Schwarzerden                     | Lö1b2                       | 0.5               |
|                     | <b>Pararendzina-BFG</b>                                                 |                             |                   |
| 3                   | Schuttunterlagerte Gruslöß- und Gruslehm-Pararendzinen                  | Lö2d4(2)                    | 0.3               |
| 4                   | Löß-Pararendzinen und Schwarzerden                                      | Lö1b2                       | 7.1               |
| 5                   | Löß- und Gruslöß- Pararendzinen                                         | Lö2d3(2)                    | 0.1               |
| 6                   | Lehmunterlagerte Sandlöß-Pararendzinen und Schwarzerden                 | Lö2d3(1)                    | 1.2               |
| 7                   | Kipplehm-Pararendzinen                                                  | k.A.                        | 0.1               |
| 10                  | Schutt- und Gruslehm-Pararendzinen                                      | V2a5                        | 1.4               |
|                     | <b>Fahlerde-BFG</b>                                                     |                             |                   |
| 27                  | Löß-Fahlerden                                                           | Lö3a3                       | 8.5               |
| 31                  | Löß-Fahlerden und Pararendzinen                                         | Lö3a4(2)                    | 0.2               |
|                     | <b>Kolluvisol-BFG</b>                                                   |                             |                   |
| 40                  | Löß- Kolluvisole über Schwarzerden                                      | Lö1b1                       | 0.7               |
|                     | <b>Gley-BFG</b>                                                         |                             |                   |
| 44                  | Kolluviallöß-Tschernosem-Gleye und Kolluvisole                          | Lö1b4                       | 0.6               |

\* präzisiert gegenüber MMK 1:100000 (höhere Auflösung der Bodeneinheiten)

## 5.1.2 Generierung von Klimadaten für die Untersuchungsregion

### 5.1.2.1 Klimacharakteristik des Referenzstandortes Bad Lauchstädt

Bei der Regionalisierung von Klimadaten wird auf die Aufzeichnungen der am Standort Bad Lauchstädt existierenden Beobachtungsstation zurückgegriffen, für die Tageswerte seit 1956 lückenlos vorliegen. In Abbildung 5 ist ein Klimadiagramm für den Standort Bad Lauchstädt dargestellt. Es zeigt diesen Standort als typischen Vertreter des Mitteldeutschen Trockengebietes, das zu den niederschlagsärmsten Regionen Deutschlands gehört.

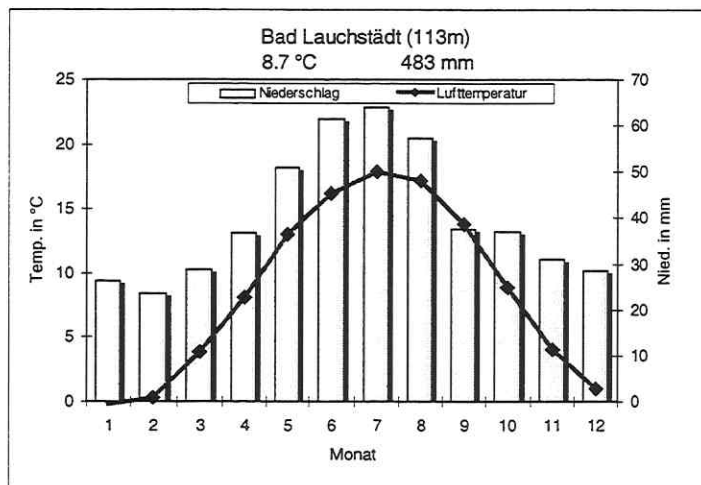


Abb. 5: Klimadiagramm Bad Lauchstädt

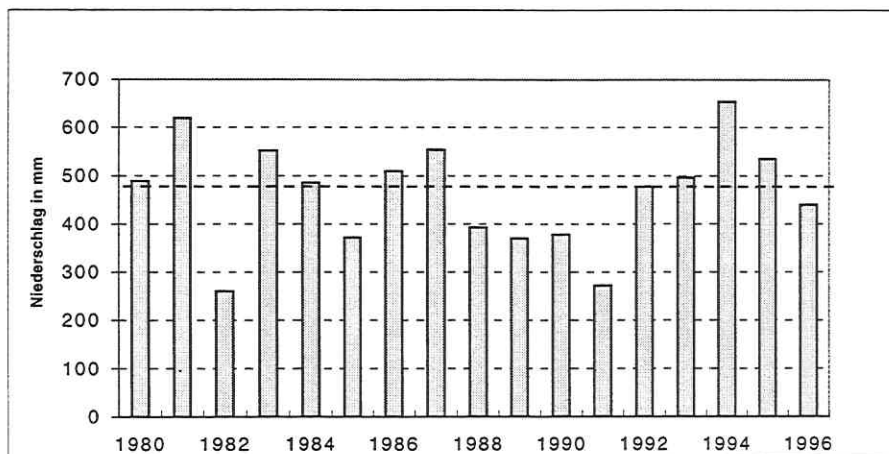


Abb. 6: Niederschläge an der Station Bad Lauchstädt. (Balken: Jahressummen, Strichlinie: Langjähriges Mittel (1896-1995))

In Abbildung 6 sind die in Bad Lauchstädt gemessenen Jahressummen des Niederschlages für die Jahre 1980 bis 1996 veranschaulicht. Es zeigt sich eine Häufung von extremen

Trockenjahren zwischen 1988 bis 1991. Diese Tatsache ist z.B. bei der späteren Interpretation von Ertragsverläufen zu berücksichtigen. Noch deutlicher treten „trockene Jahre“ hervor, wenn man die Klimatische Wasserbilanz zur Beschreibung von Einzeljahren heranzieht, da hier die komplexe Wirkung der Witterungsgrößen besser berücksichtigt wird. Die Klimatische Wasserbilanz (potentiell) wird als Differenz aus korrigiertem Niederschlag und Potentieller Evapotranspiration (PET, Verdunstungsanspruch der Atmosphäre) ermittelt. In Abbildung 7 sind die entsprechenden Werte graphisch dargestellt. Die Berechnung der Potentiellen Evapotranspiration erfolgt im CANDY-Modell anhand eines modifizierten TURC-Ansatzes (siehe FRANKO et al., 1995a).

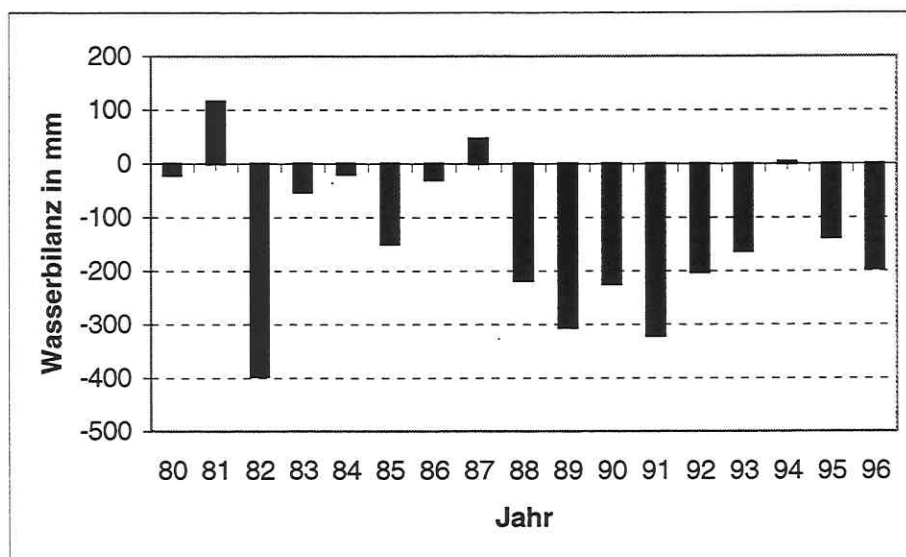


Abb. 7: Potentielle klimatische Wasserbilanz für Bad Lauchstädt 1980-1996

#### 5.1.2.2. Methode der Regionalisierung

Aufgrund der räumlichen Nähe (ca. 15 km) des Standortes Bad Lauchstädt werden die Tagesmittelwerte von Lufttemperatur und Globalstrahlung dem Untersuchungsgebiet direkt zugeordnet. Das Klimaelement Niederschlag wird räumlich differenziert behandelt, indem aus georeferenzierten Rasterdaten des Deutschen Wetterdienstes (Rasterweite 1 km, Datenbasis 1951-80, MÜLLER-WESTERMEIER, 1995) für jeden Schlag eine mittlere Jahressumme des Niederschlages berechnet wird (Abbildung 8). Die Intensitäten (mm/d)

von Niederschlagsereignissen werden für jeden Schlag in Abhängigkeit von der Relation seiner mittleren Jahressumme zum entsprechenden Wert für die Station Bad Lauchstädt (= Faktor 1.0) tagesweise angepaßt.

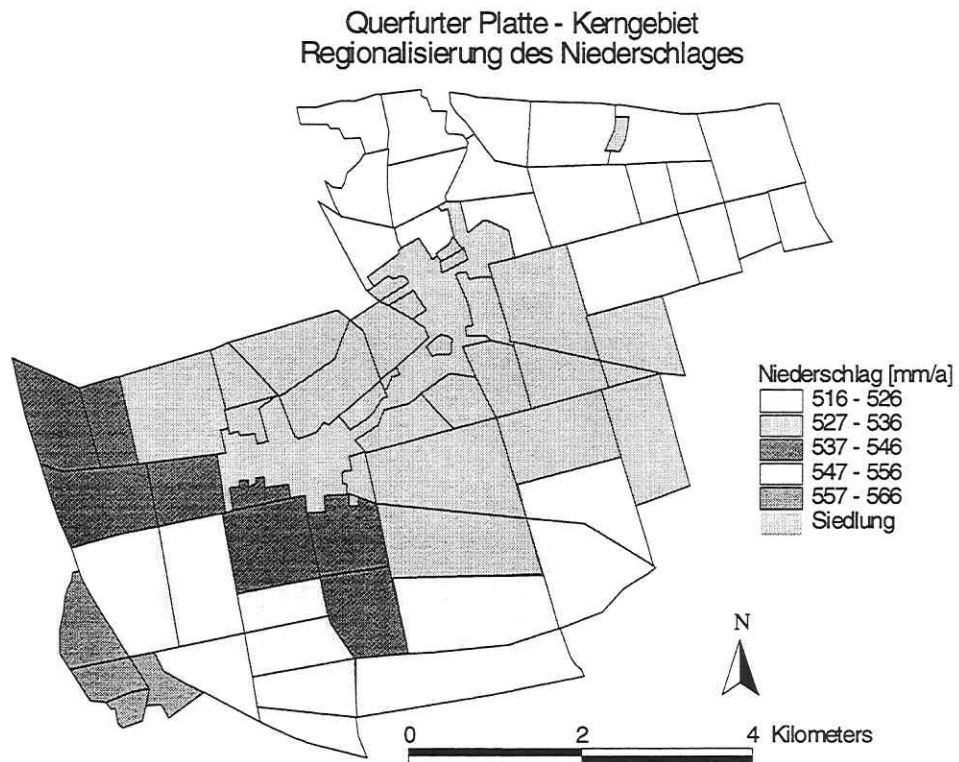


Abb. 8: Differenzierung des Niederschlages im Untersuchungsgebiet (nach Rasterdaten des Deutschen Wetterdienstes)

## 5.2 Agrarnutzung und -strukturwandel in der Region zwischen 1980 und 1996

### 5.2.1. Datengrundlagen

Die schlagbezogene Betrachtung stellte relativ hohe Anforderungen an die Datenaufbereitung, da standardisierte Datensätze zur Bewirtschaftung in dieser räumlichen Auflösung im allgemeinen nicht verfügbar sind. Zu Beginn des Projektes wurde im Rahmen einer Studie<sup>1</sup> von MEYER (1997) geprüft, welche Nutzungsdaten für das Projekt in welcher inhaltlichen und räumlichen Konkretheit zu verwerten sind.

Bei der Zuordnung von Bewirtschaftungsdaten wurde auf die im Vorfeld für das Untersuchungsgebiet erzeugte digitale Schlagkarte zurückgegriffen. Diese wurde auf Basis von Betriebskarten aus den 80er Jahren (Grundlagenkarte Landwirtschaft) mit Hinterlegung der Topographischen Karte 1:25000 erzeugt. Als Attribut wurden für die Schlagbezeichnung die Schlagnummern aus der ehemaligen EDV-Schlagkartei zugeordnet. Diese sind auf den gedruckten Betriebskarten vermerkt und stellen das Bindeglied zum Datenspeicher mit den entsprechenden schlagbezogenen Managementdaten (ehemalige zentrale Schlagkartei DASKE) dar, der zur Rekonstruktion der Agrarnutzung für den Zeitraum 1981-1989 einbezogen wurde. Der Datenspeicher DASKE lag für die Region mit einzelnen Lücken entsprechend der vorgenommenen Gliederung (Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Futter) vor und wurde für das Untersuchungsgebiet hinsichtlich der erforderlichen CANDY-Bewirtschaftungsdaten (Aufgang, Ernte, Ertrag, Düngung) aufbereitet. Grundlage für eine erfolgreiche Datenentschlüsselung bildeten Auswertungslisten im Umfeld des DAVEP-Archives (Datenspeicher „Versuchsergebnisse Pflanzenproduktion“) in Bad Lauchstädt (STEGEMANN, 1997).

Für die Jahre 1991 bis 1996 wurden schlagbezogene Bewirtschaftungsdaten des zuständigen Agrarunternehmens in den Datenbestand integriert. Diese wurden vom Maschinen- und Betriebshilfsring „Merseburger Land e.V.“ bereitgestellt<sup>2</sup>. Mit dem Flächenbewirtschafter wurde eine Anonymisierung der Daten vereinbart. Für das Erntejahr

<sup>1</sup> Der Inhalt der Studie ist unter Anlage 11.1 aufgeführt.

<sup>2</sup> Die anonymisierten Zeitreihen zur Bewirtschaftung sind Anlage 11.2 zu entnehmen



1990 waren zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Bewirtschaftungsdaten keine schlagbezogenen Daten verfügbar. Näherungsweise wurden für dieses Jahr Daten einer durchschnittlich mit organischer Substanz versorgten Versuchsfeldvariante in Bad Lauchstädt unterstellt, womit zumindest die spezifische Wirkung der Jahreswitterung auf den Ertrag berücksichtigt werden konnte. Dazu wurde schlagweise eine der vier Fruchtarten Winterweizen, Zuckerrüben, Sommergerste bzw. Kartoffeln zwischen die im Jahr 1989 geerntete und die im Herbst 1990 (bzw. Frühjahr 1991) angebaute Fruchtart eingefügt.

### 5.2.2. Strukturanalyse

Zur Charakterisierung des Strukturwandels in der Landwirtschaft wurden die erhobenen Bewirtschaftungsdaten für das Kerngebiet Querfurter Platte analysiert. Die in Tabelle 2 aufgezeigte Gegenüberstellung der Anbauverhältnisse im Kerngebiet zeigt eine Abnahme des Hackfruchtanteiles zugunsten von Körnerleguminosen und Ölfrüchten auf Stilllegungsflächen.

Tab. 2: Querfurter Platte (Kerngebiet)- Anbauverhältnisse in % Ackerfläche

|                                | 1981-84 | 1993-96 |
|--------------------------------|---------|---------|
| Getreide                       | 62      | 60      |
| Zuckerrüben                    | 18      | 13      |
| Kartoffeln                     | 6       | 0       |
| Ackerfutter                    | 14      | 13      |
| Körnerleguminosen (Erbsen)     | 0       | 3       |
| Ölfrüchte (Raps, Sonnenblumen) | 0       | 11      |
| Stilllegung                    |         |         |

Die Änderungen der Anbaustrukturen im Kerngebiet ähneln den Verhältnissen im Planungsgebiet der Agrarstrukturellen Vorplanung „Querfurter Platte“ (LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT, 1995), allerdings ist im Kerngebiet der Rückgang des Ackerfutteranteils nicht so groß (Tabelle 3).

Zu berücksichtigen ist ein deutlicher Ertragsanstieg in den 90er Jahren infolge besserer Anbautechnologien und Sorten. Beispielsweise stiegen die Erträge von Winterweizen im Gebiet von 64 dt/ha (Mittel der Jahre 1981-84) auf 73 dt/ha (Mittel der Jahre 1993-96).

Tab. 3: Querfurter Platte (AVP-Planungsgebiet), Strukturwandel in der Landwirtschaft zwischen 1989 und 1994

|                                 | 1989 | 1994 |
|---------------------------------|------|------|
| <b>Anbauverhältnisse (% AF)</b> |      |      |
| Getreide                        | 57   | 56   |
| Ölsaaten                        | <1   | 8    |
| Zuckerrüben                     | 13   | 10   |
| Kartoffeln                      | 7    | 1    |
| Ackerfutter                     | 14   | 7    |
| Körnerleguminosen               | <1   | 2    |
| Stillegung                      | -    | 13   |
| Sonstiges                       | 8    | 3    |
|                                 |      |      |
| <b>Tierbestände</b>             |      |      |
| (VE/ha LF)                      | 1,02 | 0,32 |
| Relation Rinder/Schweine        | 0,28 | 0,49 |

(nach Angaben der Agrarstrukturellen Vorplanung „Querfurter Platte“, LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT, 1995)

Bei Zuckerrüben war in dieser Zeitspanne ein Anstieg von 350 dt/ha auf 520 dt/ha zu verzeichnen. Ertragsabhängig stiegen damit automatisch die Ernte- und Wurzelrückstände und die Anfallmengen der Koppelprodukte Stroh und Rübenblatt.

Entgegen dem allgemeinen Trend in den ostdeutschen Bundesländern wurden in dem hier zuständigen Agrarunternehmen die Tierbestände nach 1989 weniger reduziert (zur Zeit ca. 0,8 VE/ha). Dennoch werden deutliche Veränderungen in den Anteilen der im Gebiet ausgebrachten organischen Dünger am Kohlenstoffinput ersichtlich (Abbildung 9). Stroh und Rübenblatt, die bis 1989 fast vollständig in (über den Umweg) der Tierproduktion verwertet wurden, nehmen nach 1990 einen durchschnittlichen Anteil von fast 40 % ein. Zwischen 1981 und 1989 bestand die im Untersuchungsgebiet ausgebrachte organische Düngung zu ca. 90 % aus Stallmist.

Die Ertragsentwicklung zeigt einen insgesamt steigenden Trend. Die in Abbildung 10 exemplarisch dargestellten Erträge für Winterweizen und Zuckerrüben machen

erwartungsgemäß aber auch den Faktor Niederschlag als begrenzenden Faktor in dieser Region deutlich, in den vier aufeinanderfolgenden sehr trockenen Jahren 1988 bis 1991 (siehe Abbildung 6) sind starke Ertragsdepressionen zu verzeichnen.

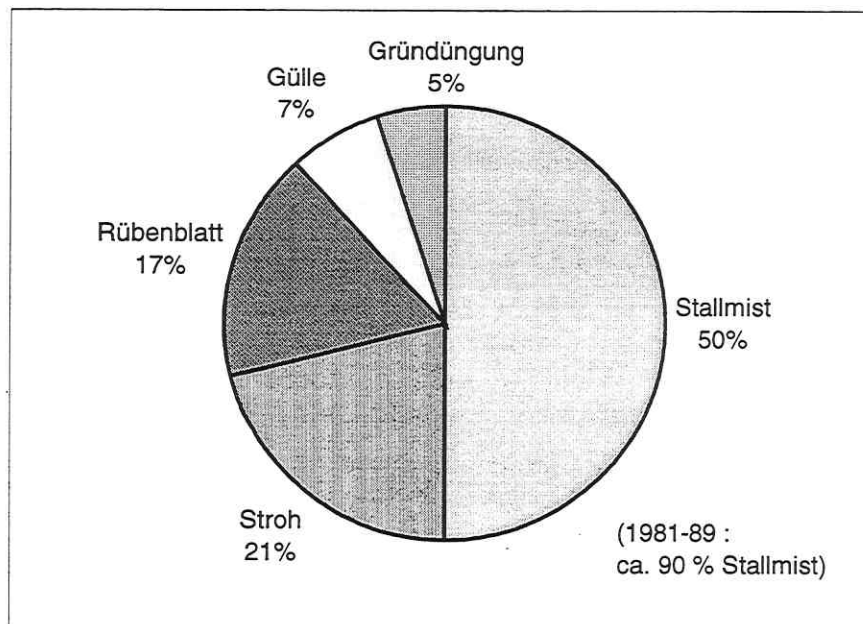


Abb. 9: Anteile organischer Dünger am Kohlenstoff-Input (Kerngebiet Querfurter Platte, 1991-1996)

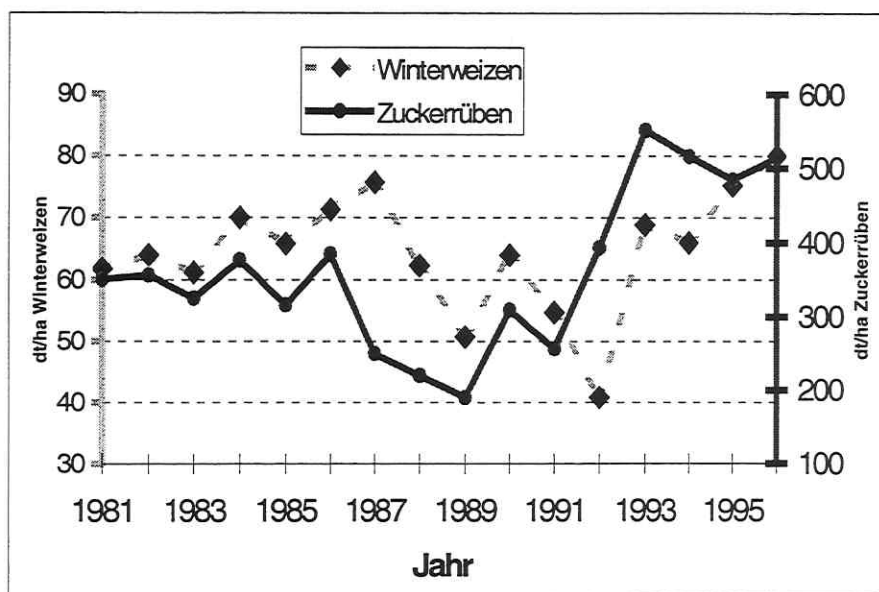


Abb. 10: Ertragsentwicklung von Winterweizen und Zuckerrüben im Kerngebiet Querfurter Platte (Gebietsmittel, 1981-96, dt/ha)

Um die Änderungen der Bewirtschaftung durch den agrarstrukturellen Wandel zusammenfassend quantifizieren zu können, wurden die Anfallmengen an Kohlenstoff für zwei vierjährige Teilzeiträume gegenübergestellt (Tabelle 4).

Tab.4: Vergleich  $C_{rep}$ -Input 1981-84 vs. 1993-96 ,Gebietsmittel

|                           | <b><math>C_{rep}</math>-Input 1981-84 [dt/ha]</b> | <b><math>C_{rep}</math>-Input 1993-96 [dt/ha]</b> |
|---------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Pflanze (EWR)</b>      |                                                   |                                                   |
| Winterweizen              | 1.63                                              | 2.23                                              |
| Wintergerste              | 0.74                                              | 0.91                                              |
| Sommergerste              | 0.47                                              | 0.04                                              |
| Hafer                     | 0.11                                              | -                                                 |
| Zuckerrüben               | 0.28                                              | 0.26                                              |
| Kartoffeln                | 0.16                                              | -                                                 |
| Winterraps                | -                                                 | 0.05                                              |
| Silomais                  | 0.24                                              | 0.67                                              |
| Erbsen                    | -                                                 | 0.36                                              |
| Sonnenblume               | -                                                 | 0.16                                              |
| Winterfutterroggen        | 0.06                                              | -                                                 |
| Luzerne                   | 0.49                                              | -                                                 |
| Stilllegung („Gras“)      |                                                   | 0.92                                              |
| $\Sigma$                  | <b>4.18</b>                                       | <b>5.60</b>                                       |
| <b>Organische Düngung</b> |                                                   |                                                   |
| Stallmist                 | 4.19                                              | 2.96                                              |
| Gülle (Rind)              | -                                                 | 0.27                                              |
| Gülle (Schwein)           | -                                                 | 0.06                                              |
| Gülle (Geflügel)          | -                                                 | 0.10                                              |
| Getreidestroh             | 0.06                                              | 1.12                                              |
| Rapsstroh                 | -                                                 | 0.01                                              |
| Rübenblatt                | -                                                 | 1.17                                              |
| Gründüngung               | 0.01                                              | 0.19                                              |
| $\Sigma$                  | <b>4.26</b>                                       | <b>5.88</b>                                       |
| <b>Gesamtsumme</b>        | <b>8.44</b>                                       | <b>11.48</b>                                      |

Dazu wurden aus den bekannten Ertragsdaten bzw. Aufwandmengen organischer Dünger unter Einbeziehung der CANDY-Parameter (CNDOPSPA.DBF: Trockenmasse, C-Gehalt in der Trockenmasse, Synthesekoeffizient ETA) für jeden Schlag und jedes Jahr die

entsprechenden  $C_{rep}$ -Anfallmengen nach Gleichung (1) berechnet und zu Gebietsmittelwerten aggregiert. Durch diese Normierung wird der Vergleich der beiden Bewirtschaftungszeiträume überschaubar gemacht.

$$C_{rep} = FM * TM * C_{i.TM} * ETA \quad (1)$$

$C_{rep}$  ...Reproduktionswirksamer Kohlenstoff in dt/ha (Bodenzufuhr)  
 FM ...Frischmasse (Aufwand organischer Dünger bzw. Ernte- und Wurzelrückstände in dt/ha)  
 TM ...Trockenmassegehalt (Umrechnungsfaktor)  
 $C_{i.TM}$  ...Kohlenstoffgehalt in der Trockenmasse (Umrechnungsfaktor)  
 ETA ...Synthesekoeffizient (Bsp.:  $ETA=0.6$  bedeutet, daß 60 % des primären Kohlenstoffs in organische Bodensubstanz eingebaut werden, 40 % werden durch Mikroben verbraucht)

Die in der Tabelle 4 aufgezeigten Werte verdeutlichen Anstiege des Kohlenstoffinputs sowohl durch Ernte- und Wurzelrückstände als auch durch organische Dünger. Diese werden vorrangig durch Ertragszuwachs und direkt eingearbeitete Koppelprodukte verursacht.

Hinsichtlich der Höhe der mineralischen N-Düngung sind im untersuchten Gebiet keine wesentlichen Änderungen zwischen den Jahren vor und nach 1990 erkennbar (vgl. Abbildung 11). Für das Jahr 1990 lagen keine genauen betrieblichen Angaben zur mineralischen N-Düngung vor.

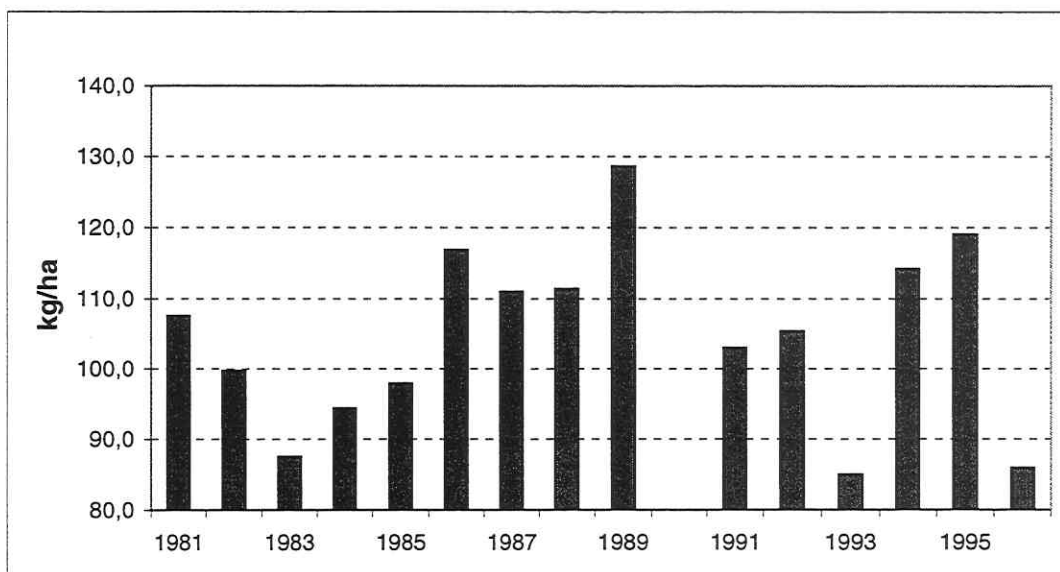


Abb. 11: Mineralische N-Düngung im Kerngebiet Querfurter Platte (Gebietsmittel, 1981-1996)

## 6. Bewirtschaftungsszenarien

### 6.1. Modellierung des Strukturwandels für ein Teilgebiet der Querfurter Platte (Kerngebiet, Realszenario 1981-1996, Szenario I)

#### 6.1.1 Szenariobeschreibung

Die Simulation des Realszenarios 1981-96 mit dem CANDY-System erfolgte ab dem Starttermin 1.8.1980. Das Startniveau des umsetzbaren Kohlenstoffs im Boden wurde anhand einer in das CANDY-System implementierten Humusbilanzmethode aus regionalen agrarstatistischen Daten für den Anfang der 70er Jahre geschätzt. Als Voraussetzung waren dazu Informationen zu Erträgen und Viehbesatz abzuleiten. Für jede Komponente wurde dann der reproduktionswirksame C-Fluß in den Boden quantifiziert. Auf schlaggenaue Daten konnte für diesen Zeitraum nicht zurückgegriffen werden; vielmehr mußten plausible Annahmen getroffen werden.

Die Erträge für den Anfang der 70er Jahre wurden aus den vorhandenen Daten der Jahre 1986-88 abgeleitet. Erforderliche Regressionsbeziehungen (Ertragsverläufe 1970-88) lagen in Altdatenbeständen der Forschungseinrichtung Bad Lauchstädt für ehemalige Landwirtschaftsbetriebe im Gebiet der Querfurter Platte vor. Anhand dieser Informationen wurden folgende mittlere Erträge für das Kerngebiet Querfurter Platte abgeleitet und in der Humusbilanz unterstellt (Tabelle 5).

Tab. 5: Unterstellte Ertragsniveaus zur Abschätzung der pflanzlichen Kohlenstoffinputs

| Fruchtart    | Ertrag (1986-88)<br>[dt/ha] | Ertrag (Anfang 70er Jahre)<br>[dt/ha] |
|--------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Winterweizen | 65                          | 44                                    |
| Wintergerste | 65                          | 44                                    |
| Sommergerste | 54                          | 37                                    |
| Kartoffeln   | 312                         | 178                                   |
| Zuckerrüben  | 329                         | 283                                   |
| Silomais     | 435                         | 310                                   |
| Ackerfutter  | 485                         | 350                                   |



Die Anbauverhältnisse (Anteile der Fruchtarten) wurden für beide Zeitabschnitte als identisch betrachtet. Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden die unterstellten mittleren Erträge für die Humusbilanz 1970 bodenabhängig differenziert. Dazu wurden die Ertragsrelationen von KINDLER (1992) herangezogen. Beim Viehbesatz wurde davon ausgegangen, daß in der Region Anfang der 70er Jahre 90 Prozent der Ende der 80er Jahre gehaltenen Tiere vorhanden waren. Diese Größenordnung wurde aus überregionalen Statistiken (ehemaliger Bezirk Halle) abgeleitet.

Beim Bodenwasser wurde für den Simulationsbeginn eine Sättigung des Bodenprofils von 60 % nutzbarer Feldkapazität vorausgesetzt. Die Simulation erfolgte in Tagesschritten bis zum 31.12.1996.

### 6.1.2. Simulationsergebnisse

Nachfolgend dargestellte Gebietsmittelwerte wurden flächengewichtet aus den vorhandenen 429 geographischen Simulationsobjekten (Kombinationen Boden, Klima, Nutzung) berechnet. Der Simulationslauf beschränkte sich auf die (wenigeren) logischen Simulationsobjekte, das heißt, auf echt inhaltlich verschiedene Objekte. Die Zuordnung von logischen und geographischen Simulationsobjekten erfolgte durch relationale Beziehungen in der Datenbank.

Folgende Zustandsgrößen wurden für die Jahre 1981 bis 1996 berechnet (Tabelle 6) und in Monatsauflösung in der Ergebnisdatenbank abgelegt.

Tab. 6: Berechnete Zustandsgrößen für das Kerngebiet Querfurter Platte (1981-96)

| <b>Zustandsgröße</b>             | <b>Erläuterung</b>                                                                                       |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N-Mineralisierung                | Freisetzung von Mineralstickstoff aus der organischen Bodensubstanz                                      |
| C in AOS (0-30cm)                | Kohlenstoff in der aktiven organischen Substanz                                                          |
| C in SOS (0-30cm)                | Kohlenstoff in der stabilisierten organischen Substanz                                                   |
| N im Bestand                     | aktueller Stickstoffentzug durch die Pflanze                                                             |
| Bodenwasser 0-100cm              | Bodenwassergehalt bis 1m Bodentiefe                                                                      |
| Nmin 0-30cm                      | Mineralischer Stickstoff im Boden in 0-30 cm Tiefe                                                       |
| Nmin 30-60cm                     | Mineralischer Stickstoff im Boden in 30-60 cm Tiefe                                                      |
| Nmin 60-100cm                    | Mineralischer Stickstoff im Boden in 60-90 cm Tiefe                                                      |
| Bodenwasser (0-smax)             | Bodenwassergehalt im Gesamtprofil                                                                        |
| N in OPS                         | Stickstoff in der organischen Primärschicht                                                              |
| N in OBS                         | Stickstoff in der organischen Bodensubstanz                                                              |
| N Input mineralisch              | Zufuhr von mineralischem Stickstoff in das System                                                        |
| N Input organisch                | Zufuhr von organischem Stickstoff in das System                                                          |
| N Input symbiontisch             | Stickstoffbindung durch symbiontische Bakterien an Leguminosen                                           |
| Wasserbilanz                     | Bilanz aus Niederschlag und aktueller Verdunstung (AET)                                                  |
| Grundwasserneubildung            | Wassermenge, die Profilvergänger (meist 2 m) verläßt                                                     |
| N-Auswaschung                    | Stickstoffverlagerung aus dem Bodenprofil                                                                |
| Umsetzbarer Kohlenstoff (0-30cm) | am Umsatz beteiligter Kohlenstoffanteil der organischen Bodensubstanz                                    |
| Gasförmige N-Verluste            | Stickstoffemission aus dem Boden in die Atmosphäre                                                       |
| Bodentemperatur 0-30cm           | Bodentemperatur im Oberboden (0-30 cm, Mittelwert)                                                       |
| WMZ                              | Wirksame Mineralisierungszeit (standortabhängige Normierung der biologischen Umsatzbedingungen im Boden) |

**- Modellergebnisse zum Bodenwasserhaushalt**

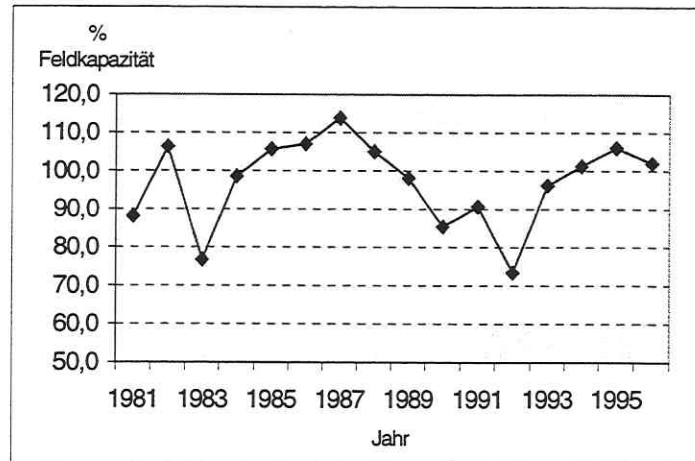


Abb. 12: Quersfurter Platte – Kerngebiet, Bodenwassergehalt 0-1 m im Frühjahr (1.März), (Gebietsmittel)

Die hier dargestellten Simulationsergebnisse zum Bodenwasserhaushalt unterstreichen den Faktor Wasser als begrenzenden Faktor in dieser Region. In der Hälfte der untersuchten Jahre ist das Bodenprofil bis ein Meter Tiefe am 1. März nicht auf Feldkapazität aufgefüllt (Abbildung 12). Zu berücksichtigen ist dabei, daß von 1988 bis 1991 in vier aufeinander folgenden Jahren deutliche Niederschlagsdefizite auftraten.

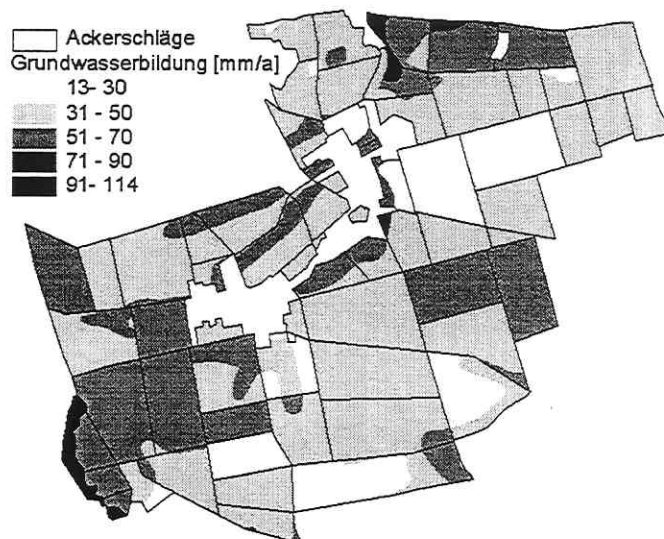


Abb. 13: Quersfurter Platte – Kerngebiet, Mittlere jährliche Grundwasserbildung (Wasserperkolatation aus dem Bodenprofil) 1981-96, Modellergebnisse

Die in Abbildung 13 aufgezeigte räumliche Differenzierung der Grundwasserbildung (Wasserperkolatation aus dem Bodenprofil) zeigt neben dem genannten leichten Niederschlagsgradienten auch deutliche bodenbedingte Unterschiede.

#### - Modellergebnisse zur Stickstoffdynamik im Boden

Die Simulationsergebnisse zur Stickstoffdynamik (Abbildung 14) lassen ein durchgehend hohes Niveau des mineralischen Bodenstickstoffs erkennen, dessen Ursache in der Kombinationswirkung von intensiver Bewirtschaftung sowie hohem Puffervermögen des Bodens gesehen werden kann.

In den Jahren 1988 bis 1992 kommt die durch ein sehr hohes Niederschlagsdefizit bedingte schlechte N-Ausnutzung erhöhend hinzu. In diesen Jahren kommt es (außer 1990) vom Frühjahr zum Herbst bei dazu noch relativ niedrigen Nachlieferungsraten zu einer Anreicherung des Bodenstickstoffs, was nicht zuletzt auf unzureichende Berücksichtigung der Witterung und der akkumulierten Restmengen aus Vorjahren (Bilanzierung) bei der Bemessung der N-Düngung schließen läßt.

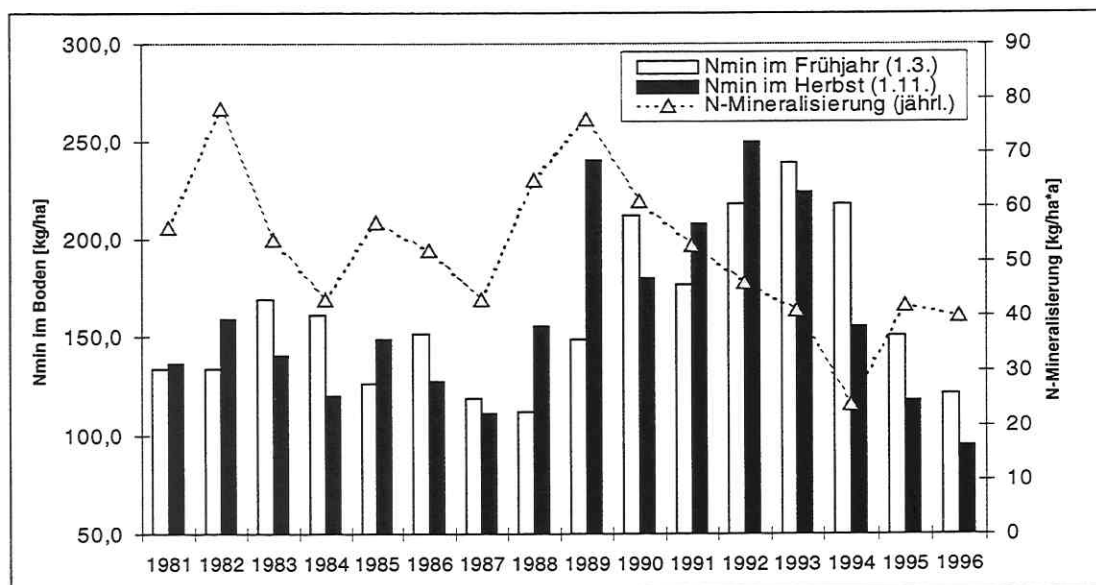


Abb. 14: Querfurter Platte – Kerngebiet,  $N_{\min}$  in 0-90 cm Tiefe und jährliche N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz, Modellergebnisse (Gebietsmittel)

Das Vorhandensein eines teilweise sehr hohen Stickstoff-Gesamtangebotes soll ein Fallbeispiel für 1992 verdeutlichen. Nach der Modellrechnung liegt der Bodenvorrat (0-90 cm Bodentiefe) an Mineralstickstoff im Frühjahr bei etwa 220 kg/ha (Abbildung 14). Als Nachlieferung aus der OBS wurden für das Jahr 1992 ca. 45 kg/ha berechnet, was eher im unteren Bereich der standorttypischen Werte liegt. Als Mineraldüngung wurden im Gebietsmittel etwa 105 kg/ha Stickstoff ausgebracht (Abbildung 11). Als Gesamtangebot für das Jahr 1992 läßt sich als Gesamtangebot somit eine N-Menge von 370 kg/ha ableiten, wobei gasförmige Einträge nicht berücksichtigt werden. Hält man den mittleren N-Entzug einer überdurchschnittlich mit organischer Substanz (150 dt/ha Stallmist pro Jahr) versorgten Variante des Statischen Versuches in Bad Lauchstädt in Höhe von 198 kg/ha (Mittel der Jahre 1968-1994, KÖRSCHENS et al. , 1998) dagegen, zeigt dieses Kalkulationsbeispiel einen erheblichen Überschuß in der N-Bilanz.

#### **- Modellergebnisse zur Kohlenstoffdynamik im Boden**

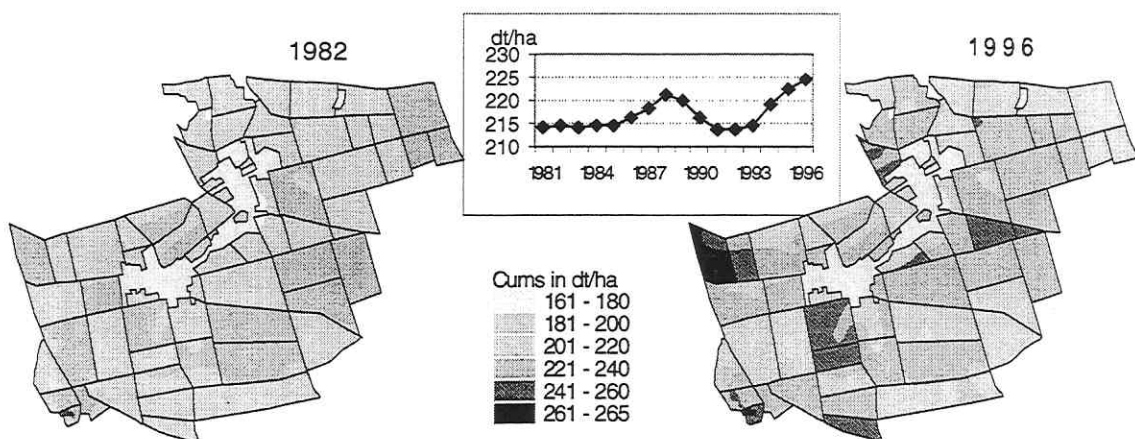


Abb. 15: Querfurter Platte – Kerngebiet, Räumliche und zeitliche Differenzierung des umsetzbaren Kohlenstoffs im Boden , Modellergebnisse

Die Auswertung der Simulationsergebnisse zur Kohlenstoffdynamik zeigt ein in der Tendenz ansteigendes Kohlenstoffniveau im Boden (Abbildung 15). Diese Zunahme beruht auf dem in den 90er Jahren durch Ertragsanstieg und höhere Ausbringungsmengen bedingten gestiegenen direkten Rückfluß organischer Primärsubstanz in den Boden in

Form von Koppelprodukten (Stroh, Rübenblatt). Außerdem kommt es auf den Flächen mit Stilllegung durch Aktivbegrünung zu einer C-Akkumulation. (siehe Tabelle 4).

Das anhand eines Schätzverfahrens (Humusbilanz) berechnete Niveau des umsetzbaren Kohlenstoffs im Boden für das aktuelle Bewirtschaftungssystem (Kalkulationsbasis 1993-96) beträgt im Gleichgewichtszustand 277.5 dt/ha.

### 6.1.3. Bewertung der Simulationsergebnisse

In Tabelle 7 sind wesentliche aggregierte Kenngrößen des Stoffhaushaltes für das Kerngebiet Querfurter Platte dargestellt.

Tab. 7: Kenngrößen des Stoffhaushaltes für das Kerngebiet Querfurter Platte (1981-1996)

| Kenngröße                                                             | Gebietsmittelwert                                         | Räumliche Differenzierung           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Grundwasserneubildung<br>(Wasserperkolatation)                        | 44 mm/a                                                   | 13...114 mm/a                       |
| N-Nachlieferung aus der OBS                                           | 52 kg/ha*a                                                | 22...81 kg/ha*a                     |
| N-Verluste (gesamt)<br>Anteil Auswaschung                             | 44 kg/ha*a<br>5 kg/ha*a                                   | 25... 63 kg/ha*a<br><1...22 kg/ha*a |
| Umsetzbarer Kohlenstoff<br>Fruchtfolge 1981-96<br>Fruchtfolge 1993-96 | <b>Prognose</b> (Gleichgewicht)<br>217 dt/ha<br>277 dt/ha |                                     |

Die Simulationsergebnisse zeigen eine relativ geringe mittlere Rate der Wasserverlagerung in Richtung Grundwasser, die allerdings bezüglich Quantität und Qualität nicht vernachlässigt werden sollte. Gleichzeitig wird das hohe Speicherpotential des Bodens für Wasser und Stickstoff verdeutlicht. Die modellierten N-Austräge in Richtung Grundwasser haben nur etwa 11 % Anteil an den Gesamtausträgen. Unterstellt man 60 kg/ha\*a Stickstoffeinträge aus der Luft, so erweist sich die Region bei 44 kg/ha\*a Gesamtausträgen unter aktuellen Verhältnissen als N-Senke.

Räumlich betrachtet differenziert sich der Stoffhaushalt relativ stark, entsprechende Spannweiten der Mittelwerte der Jahre 1981 bis 1996 sind in Tabelle 7 verdeutlicht. Die berechneten Werte dieser Zustandsgrößen können darüber hinaus in Einzeljahren noch

stärker variieren. Beispielsweise wurde für die Grundwasserbildung (Wasserperkolation aus dem Bodenprofil) auf einem Teilstück ein maximaler Wert vom 236 mm/a berechnet. Bei den Größen N-Nachlieferung bzw. N-Auswaschung betragen die modellierten Maxima 154 kg/ha\*a bzw. 111 kg/ha\*a. Damit wird deutlich, daß trotz des hohen Puffervermögens des Bodens Umweltrisiken nicht auszuschließen sind.

## **6.2. Analyse des Stoffhaushaltes für das aktuelle Nutzungssystem im Gleichgewichtszustand (Kerngebiet, „1997-2060“, Szenario II)**

### **6.2.1. Szenariobeschreibung**

Die Simulation der Realnutzung von 1981 bis 1996 ließ einen Anstieg des Kohlenstoffniveaus im Boden erkennen, der vor allem durch höhere Erträge und direkt verwertete Koppelprodukte im Anbausystem der Jahre nach dem Strukturwandel hervorgerufen wurde.

Das Ziel einer weiteren Szenariorechnung bestand darin, die aktuelle Nutzung unter Gleichgewichtsbedingungen zu analysieren. Als aktuelles Nutzungssystem wurde die Rotation der Jahre 1993 bis 1996 betrachtet. Für jeden Schlag des Untersuchungsgebietes wurden die entsprechenden Daten aus der Maßnahmedatei für das Realszenario 1981-96 selektiert, so daß jeweils 4-jährige Fruchtfolgesequenzen vorhanden waren. Die Sequenzen wurden dann so bearbeitet, daß bei der darauffolgenden Erzeugung des Langzeitszenarios (durch 16-maliges Durchlaufen der Schlagsequenz = 64 Einzeljahre) keine zeitlichen Überlagerungen (z.B. Aufgangstermin 1. Jahr < Erntetermin 4. Jahr) auftreten konnten. Als Ergebnis entstand eine Bewirtschaftungsdatei für die Jahre „1997-2060“.

Bei den Witterungsdaten konnten die erforderlichen Langzeitreihen nicht durch einfaches Aneinanderreihen der Beobachtungsdaten realisiert werden, da ansonsten die Variabilität der Witterung zu wenig Berücksichtigung gefunden hätte und Kombinationen aus Nutzung und Wetter wiederholt gerechnet worden wären. Als Näherung für die Abbildung des „aktuellen Klimas“ in diesem Szenario wurden von einem statistischen Wettergenerator (OELSCHLÄGEL, 1995) erzeugte Daten verwendet. Datengrundlage für den Parametersatz WETLAU.PER waren die täglichen Aufzeichnungen für den Standort Bad Lauchstädt in den Jahren 1965 bis 1994. Bei den zugrundeliegenden 30 Beobachtungsjahren kann von



einer ausreichenden Repräsentanz der klimatischen Standortkennzeichnung ausgegangen werden. Berücksichtigt werden in dem Szenario nicht die umstrittenen Diskussionen über zu erwartende Klimaveränderungen und deren regionale Auswirkungen. Zur besseren Interpretation der nachfolgenden Simulationsergebnisse sind in Abbildung 16 die vom Wettergenerator für Bad Lauchstädt berechneten Jahressummen des Niederschlages für die ausgewerteten Jahre „2045 bis 2060“ dargestellt. Der mittlere Wert ( $n=16$ ) des Niederschlages für diese Zeitspanne beträgt 480.5 mm.

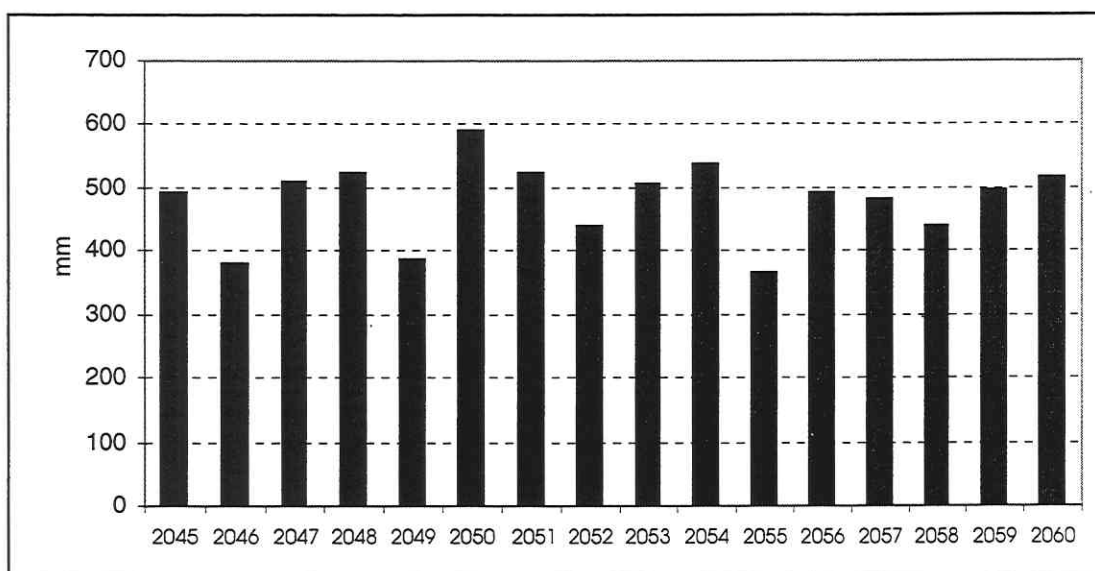


Abb. 16: Jahressummen des Niederschlages für Bad Lauchstädt, Ergebnisse des Wettergenerators (WETLAU.PER, Z=5)

Die Regionalisierung der vom Wettergenerator für den Standort Bad Lauchstädt berechneten Niederschlagswerte für das Untersuchungsgebiet wurde, wie unter Punkt 5.1.2.2. beschrieben, durchgeführt.

Die Szenariorechnung mit dem Simulationssystem CANDY erfolgte für eine Zeitspanne von 64 Jahren (1997-2060), um einen Systemzustand nahe dem Gleichgewicht unterstellen zu können. Ausgangsstatus für jedes Patch (Überlagerungseinheit von Boden, Klima und Nutzung) war der jeweilige Profilizustand zum Ende des zuvor gerechneten Realszenarios (31.12.1996).

### 6.2.2 Ergebnisse

Nach der Durchführung der Simulationsrechnung für dieses Szenario und dem Einlesen der Ergebnisse in die Datenbank wurde ausgewählte Zustandsgrößen zur Einschätzung des Stoffhaushaltes aufbereitet. Um einen zeitlich äquivalenten Datensatz zu erhalten, wurden die letzten 16 Jahre (4 Rotationen) selektiert. Nachfolgende Darstellungen (Tabelle 8 sowie Abbildungen 17 bis 19) zeigen wichtige Kenngrößen des C- und N-Haushaltes als Gebietsmittel.

Tab. 8: Ergebnisse Szenario II, Gebietsmittelwerte wichtiger Kenngrößen des Stoffhaushaltes

| Kenngröße                                                   | Gebietsmittelwert<br>„2045-2060“ |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Wirksame Mineralisierungszeit [d/a]                         | 27                               |
| Wasserperkolations [mm/a]                                   | 58                               |
| N-Austrag Sickerwasser [kg/ha*a]                            | 11                               |
| Mittlere NO <sub>3</sub> -Konzentration Sickerwasser [mg/l] | 84                               |
| Gasförmiger N-Austrag [kg/ha*a]                             | 46                               |
| N-Nachlieferung [kg/ha*a]                                   | 70                               |
| Mittlerer Gehalt an umsetzbarem Kohlenstoff [dt/ha]         | 273                              |

Die Ergebnisse für das aktuelle Nutzungssystem im Bereich des Gleichgewichtszustandes („2045-2060“) zeigen die Folgen der fortwährenden Kohlenstoffakkumulation im Boden in Form erhöhter Stickstoffnachlieferung (Remineralisierung) aus der organischen Bodensubstanz. Diese hat tendenziell höhere N-Austräge in Richtung Grundwasser und Atmosphäre zur Folge. Die im Vergleich zum Szenario I (siehe Tabelle 7) etwas höheren Werte der Wasserperkolations werden durch die spezifischen Niederschlagswerte hervorgerufen, die vom Wettergenerator auf Basis der Beobachtungen zwischen 1965 bis 1994 berechnet wurden (siehe Abbildung 16). Diese Jahre waren durchschnittlich feuchter (Mittelwert: 477 mm, n=30) als die Jahre des Realszenarios 1981 bis 1996 (Mittelwert: 462 mm, n=16), innerhalb dieser vier extremen Trockenjahre in Folge auftraten. Diese Tatsache führt auch zu einer etwas niedrigeren mittleren Wirksamen Mineralisierungszeit (WMZ).

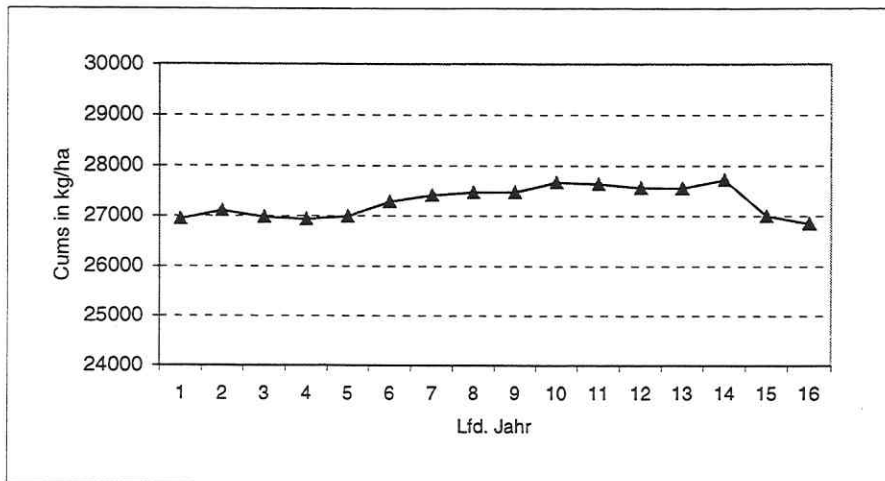


Abb. 17: Ergebnisse Szenario II - Umsetzbarer Kohlenstoff im Boden („2045-2060“)

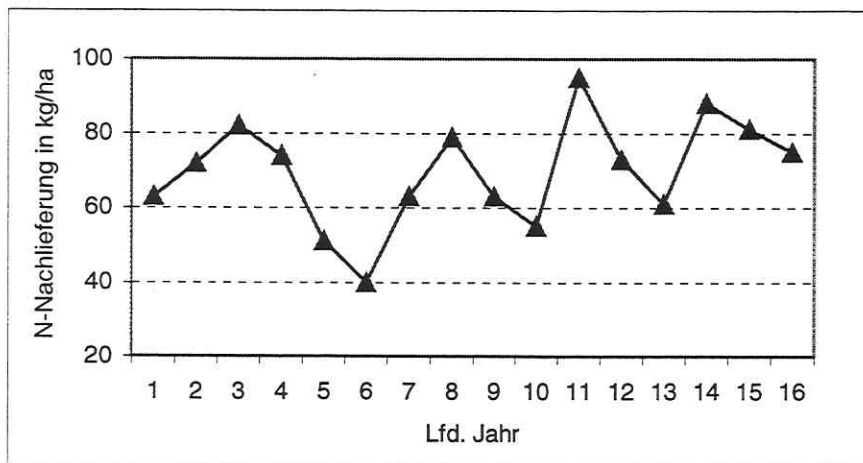


Abb. 18: Ergebnisse Szenario II - Stickstoffnachlieferung aus der Organischen Bodensubstanz (OBS), („2045-2060“)

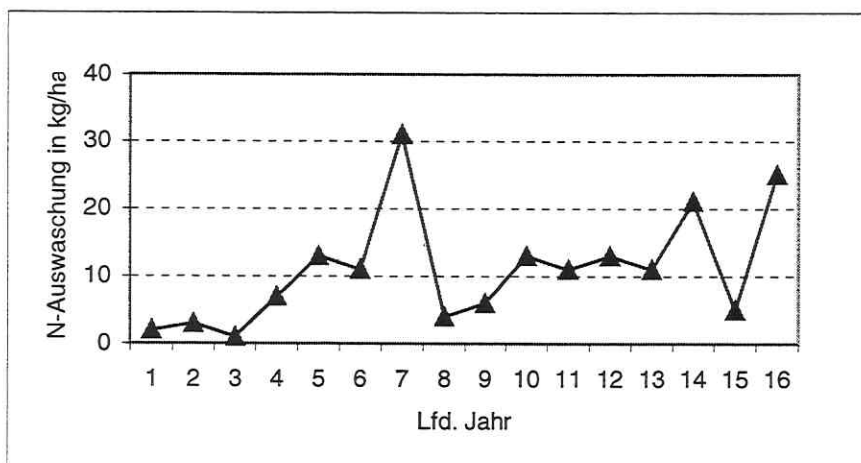


Abb. 19: Ergebnisse Szenario II - N-Auswaschung aus dem Bodenprofil („2045-2060“)

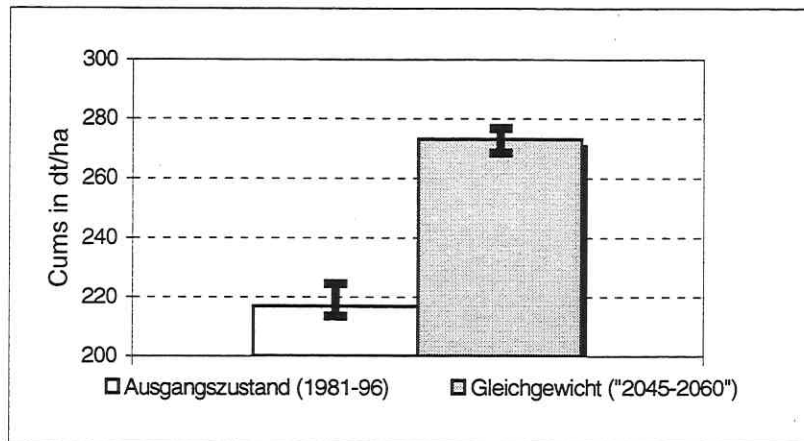


Abb. 20: Vergleich der Szenarien I und II, Umsetzbarer Kohlenstoff im Boden

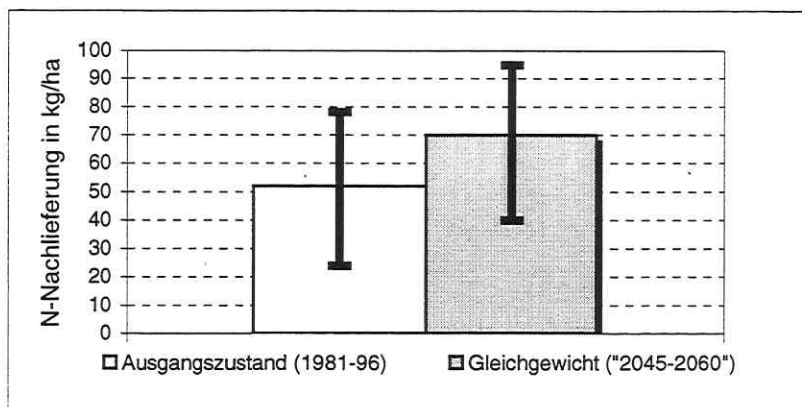


Abb. 21: Vergleich der Szenarien I und II, Mittlere jährliche N-Nachlieferung aus der OBS

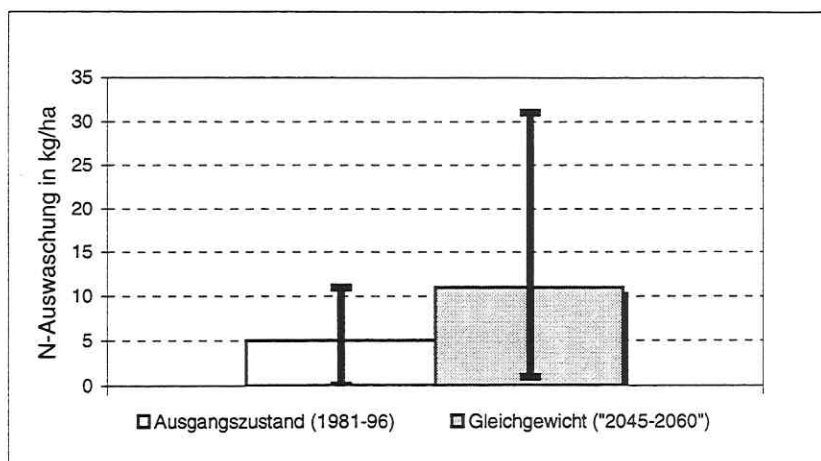


Abb. 22: Vergleich der Szenarien I und II, Mittlere jährliche N-Auswaschung aus dem Boden

Die in den Abbildungen 17 bis 19 dargestellten Kurvenverläufe veranschaulichen den Zustand und die Dynamik des Kohlenstoff- und Stickstoffhaushaltes im Untersuchungsgebiet im (prognostizierten) Bereich des Systemgleichgewichts.

In Tabelle 9 sowie den drei Abbildungen 20 bis 22 werden die Ergebnisse der beiden Szenarien einander gegenübergestellt. Es werden jeweils die flächengewichteten Gebietsmittel als Durchschnitt über den gesamten Zeitraum (Balken) und die Spannweiten der in einzelnen Jahren aufgetretenen Gebietsmittelwerte („Whisker“) gegenübergestellt.

Im Bereich des Systemgleichgewichtes findet man ein deutlich höheres Niveau des umsetzbaren Kohlenstoffs im Boden (Abbildung 20). Dadurch treten bei den unterstellten Randbedingungen überwiegend höhere Freisetzungen von Stickstoff aus der organischen Bodensubstanz (Nettomineralisierung) auf (Abbildung 21). Damit verbunden sind letztlich höhere Stickstoffausträge in die Umwelt (Abbildung 22). Die Stickstoffdynamik hängt erwartungsgemäß eng mit der Witterung (Niederschlag) zusammen. Deren Ausprägung in einzelnen Jahren wird im Fall dieses Szenarios von den Ergebnissen des Wettergenerators bestimmt.

Tabelle 9: Gebietsmittelwerte der Simulationsergebnisse für beide Szenarien

| Lfd. Jahr | GWB S1 | GWB S2 | NAUS S1 | NAUS S2 | CUMS S1 | CUMS S2 | NGFV S1 | NGFV S2 | WMZ S1 | WMZ S2 | NNACH S1 | NNACH S2 |
|-----------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|----------|----------|
| 1         | 27     | 11     | 0       | 2       | 21399   | 26942   | 48      | 56      | 24     | 28     | 56       | 63       |
| 2         | 27     | 21     | 1       | 3       | 21438   | 27109   | 16      | 41      | 37     | 29     | 78       | 72       |
| 3         | 68     | 10     | 2       | 1       | 21421   | 26974   | 47      | 60      | 27     | 27     | 54       | 82       |
| 4         | 46     | 41     | 2       | 7       | 21450   | 26932   | 49      | 44      | 23     | 27     | 43       | 74       |
| 5         | 39     | 75     | 2       | 13      | 21478   | 26994   | 25      | 43      | 32     | 26     | 57       | 51       |
| 6         | 103    | 64     | 8       | 11      | 21645   | 27285   | 38      | 61      | 27     | 21     | 52       | 40       |
| 7         | 96     | 182    | 10      | 31      | 21816   | 27415   | 35      | 41      | 26     | 24     | 43       | 63       |
| 8         | 81     | 20     | 12      | 4       | 22137   | 27474   | 21      | 35      | 32     | 28     | 65       | 79       |
| 9         | 13     | 25     | 2       | 6       | 22018   | 27471   | 41      | 46      | 34     | 27     | 76       | 63       |
| 10        | 4      | 72     | 1       | 13      | 21626   | 27668   | 50      | 53      | 31     | 25     | 61       | 55       |
| 11        | 5      | 58     | 1       | 11      | 21356   | 27638   | 27      | 42      | 33     | 31     | 53       | 95       |
| 12        | 1      | 75     | 0       | 13      | 21357   | 27564   | 57      | 42      | 29     | 25     | 46       | 73       |
| 13        | 8      | 55     | 1       | 11      | 21475   | 27557   | 43      | 40      | 29     | 26     | 41       | 61       |
| 14        | 110    | 112    | 21      | 21      | 21927   | 27720   | 42      | 30      | 27     | 33     | 24       | 88       |
| 15        | 42     | 15     | 10      | 5       | 22236   | 27001   | 40      | 56      | 27     | 28     | 42       | 81       |
| 16        | 30     | 95     | 7       | 25      | 22461   | 26852   | 37      | 47      | 24     | 27     | 40       | 75       |
| Mittel    | 44     | 58     | 5       | 11      | 21703   | 27287   | 39      | 46      | 29     | 27     | 52       | 70       |

|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
| S1    | Realszenario 1981 – 1996                                 |
| S2    | aktuelle Nutzung nach Erreichen des Fließgleichgewichtes |
| GWB   | Grundwasserneubildung in mm                              |
| NAUS  | N-Auswaschung in kg/ha                                   |
| CUMS  | Umsetzbarer Kohlenstoff in kg/ha                         |
| NGFV  | Gasförmige N-Verluste in kg/ha                           |
| WMZ   | Jahressumme der wirksamen Mineralisierungszeit in d      |
| NNACH | N-Nachlieferung in kg/ha                                 |

## **7.     Schlußfolgerungen und Handlungsempfehlungen für eine umweltgerechte Agrarnutzung im Untersuchungsgebiet**

Die auf der Basis schlagbezogener Primärdaten durchgeführte modellgestützte Analyse der Dynamik des Stoffhaushaltes für die Jahre 1981 bis 1996 zeigte deutliche Einflüsse der Bewirtschaftung auf den C-N-Kreislauf im Boden sowie die N-Austräge in die Umwelt.

Der durch die deutsche Wiedervereinigung verursachte agrarstrukturelle Wandel bedingt in dem Untersuchungsgebiet auf der Querfurter Platte Verschiebungen der Stoffflüsse. Als Referenzzeitraum für die Charakterisierung der „aktuellen Bewirtschaftung“ wurden die Jahre 1993 bis 1996 gewählt. Hervorgerufen durch technologischen Fortschritt (bessere Feldtechnik, breiteres Sortenspektrum und weiterer Züchtungsfortschritt, gezielte Wirkstoffauswahl etc.) erfolgte vor allem ein deutlicher Anstieg der pflanzlichen Primärproduktion. Durch diesen Zuwachs fielen automatisch mehr Ernte- und Wurzelrückstände an. Gleichzeitig wurden höhere Mengen an Koppelprodukten direkt in den Boden eingearbeitet. Insgesamt hatte der agrarstrukturelle Wandel zu Beginn der 90er Jahre erhöhte C-N-Flüsse in den Boden zur Folge. Die Fortführung der Berechnung für das aktuelle Nutzungssystem bis zum Bereich des Gleichgewichtszustandes läßt zukünftig höhere C- und N-Freisetzen aus dem Boden in die Umwelt erwarten.

Das für das Bewirtschaftungssystem 1993-96 im Gleichgewicht prognostizierte Niveau des umsetzbaren Kohlenstoffs im Boden von 277 dt/ha (Schätzverfahren) bzw. 273 dt/ha (Mittelwert aus dynamischer Berechnung) läßt sich hinsichtlich der Umweltwirkungen anhand von Ergebnissen des Statischen Versuches in Bad Lauchstädt (KÖRSCHENS et al., 1994, 1999) bewerten. Dort zeigt sich bezüglich der gemessenen Stickstoffeffizienz (Quotient aus N-Aufnahme und N-Input durch mineralische und organische Düngung) ein optimales OBS-Level bei einem jährlichen Fluß von reproduktionswirksamen Kohlenstoff in Höhe von etwa 8 bis 10 dt/ha. Das entspricht für Löß-Schwarzerde im Gleichgewichtszustand unter den dortigen Klimabedingungen einem Niveau von etwa 200 bis 240 dt/ha umsetzbaren Kohlenstoff im Boden. Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnis muß man davon ausgehen, daß das aktuelle Bewirtschaftungssystem im Kerngebiet der Querfurter Platte in Richtung Humusübersversorgung tendiert, das heißt, es werden langfristig betrachtet mindestens 30 dt/ha umsetzbarer Kohlenstoff zuviel im Boden angereichert.



Neben den erhöhten Austragsraten von Stickstoff in die Umwelt ist dadurch aus pflanzenbaulicher Sicht eine schlechtere Beherrschbarkeit des N-Managements zu erwarten, was sich in Qualitätsproblemen bestimmter Kulturen (z.B. Zuckerrüben oder Braugerste) niederschlagen kann.

Eine perspektivisch denkbare Alternative zum Abbau des überschüssigen Kohlenstoffinputs wäre die energetische Nutzung entsprechender Biomasseanteile als Ersatz fossiler Brennstoffe. Als direkte Handlungsempfehlung für das Management der organischen Substanz leitet sich das Ziel einer besseren horizontalen Verteilung organischer Dünger im Gebiet ab. Die in Abbildung 23 aufgezeigte räumliche Verteilung der organischen Primärsubstanz (Ernte- und Wurzelrückstände, organische Dünger) zeigt eine starke Heterogenität, die in Zukunft ausgeglichen werden sollte.

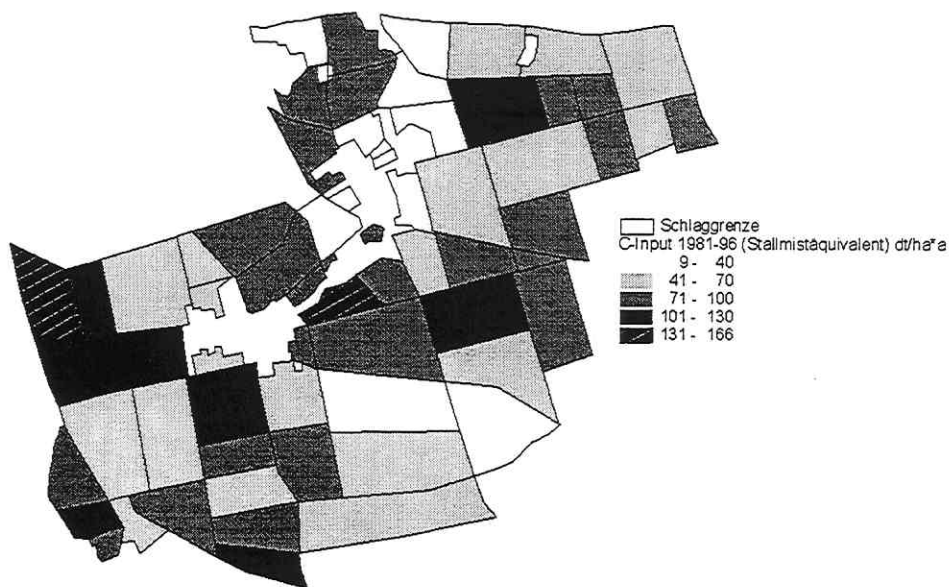


Abb. 23: Räumliche Verteilung der ausgebrachten Kohlenstoffmenge im Untersuchungsgebiet (1981-1996)

## 8. Thematische Auswertungen mit dem Informationssystem (Beispiel)

Wichtiger Bestandteil innerhalb der Projektbearbeitung war die Weiterentwicklung der informationstechnischen Werkzeuge zur regionalen Analyse des Stoffhaushaltes in Agrarräumen. Auf Grundlage des entworfenen Datenbankkonzeptes wurde das Informationssystem vorrangig im Bereich der Darstellung und thematischen Auswertung der Simulationsergebnisse weiterentwickelt. Ziel war es, eine Nutzeroberfläche zu entwickeln, mit der eine Analyse der räumlichen und zeitlichen Dynamik ausgewählter Zustandsgrößen des Stoffhaushaltes unter Bezugnahme auf die Primärdaten zu Standort und Bewirtschaftung erfolgen kann. Diese wurde als Prototyp in Form einer DELPHI-Applikation unter Einbeziehung des ESRI®- Entwicklungstools MapObjects® realisiert. Die Funktionalität des Auswertungsmoduls wird anhand des nachfolgend dargestellten Abfragebeispiels vorgestellt (Abbildungen 24 bis 27). Die Abfolge der Bildschirmplots dokumentiert ein typisches Beispiel für eine Abfrage aus der Ergebnisdatenbank.

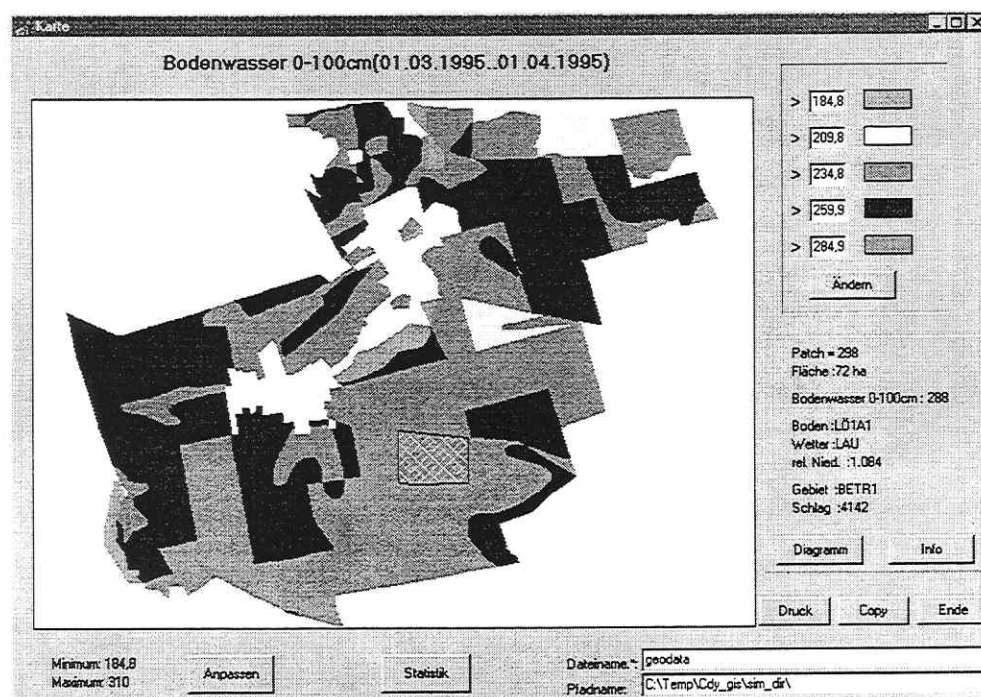


Abb. 24: Darstellung einer Zustandsgröße (Bodenwasser im März 1995) für das Gesamtgebiet, mit Selektion eines Einzelobjektes (Patch 298)

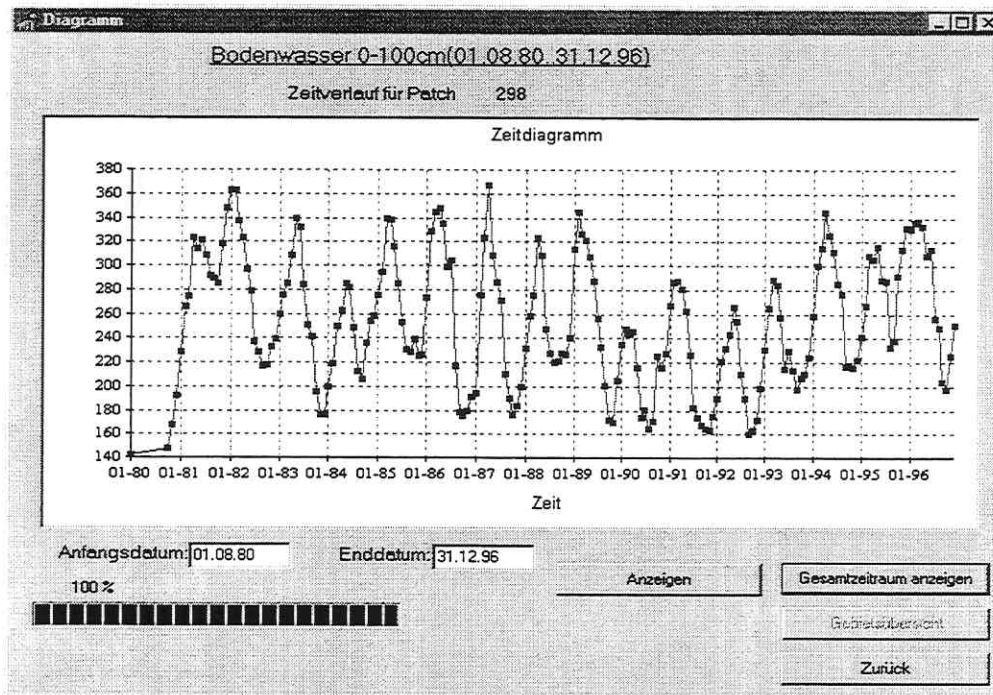


Abb. 25: Dynamik der Zustandsgröße für das Einzelobjekt im gesamten Simulationszeitraum

Information

Information zur Patchnr. 298

zurück

N-Bilanz Bewirtschaftung Boden Wetter

| Datum    | Aktion         | Was             | Intensität | Wert |
|----------|----------------|-----------------|------------|------|
| 28.04.93 | min. Düngung   | Stickstoff      | 45         | 100  |
| 09.09.93 | Ernte          |                 |            | 0    |
| 25.09.93 | Bodenbearbeit. |                 | 15         | 2    |
| 20.04.94 | org. Düngung   | RindguelleTS_50 | 400        | 700  |
| 20.04.94 | Bodenbearbeit. |                 | 15         | 2    |
| 02.05.94 | Aussaat        | Silomais        | 410        | 144  |
| 30.09.94 | Ernte          |                 |            | 0    |
| 26.10.94 | Bodenbearbeit. |                 | 15         | 2    |
| 01.11.94 | Bodenbearbeit. |                 | 20         | 2    |
| 06.11.94 | Aussaat        | W-Weizen        | 79,40000   | 199  |
| 10.03.95 | min. Düngung   | Stickstoff      | 50         | 100  |
| 04.05.95 | min. Düngung   | Stickstoff      | 61         | 100  |
| 30.05.95 | min. Düngung   | Stickstoff      | 54         | 50   |
| 10.08.95 | Ernte          |                 |            | 0    |
| 10.08.95 | org. Düngung   | Getreidestroh   | 50         | 1699 |
| 16.08.95 | Bodenbearbeit. |                 | 10         | 1    |

Abb. 26: Information zu den Primärdaten für das gewählte Einzelobjekt (Bewirtschaftung)

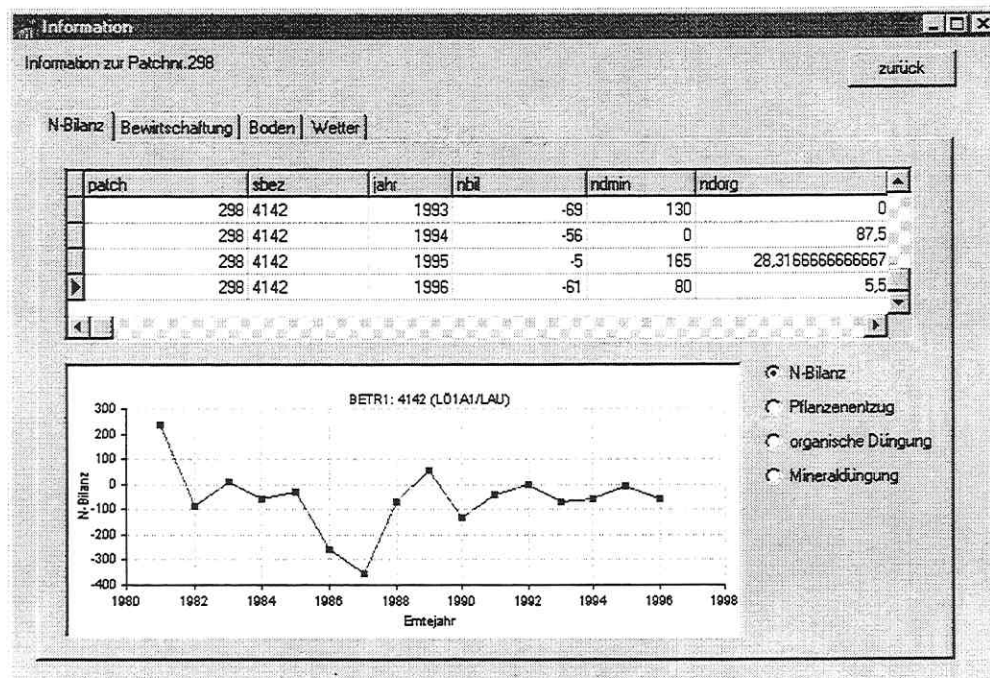


Abb. 27: Aggregierte Information zu den Primärdaten des Einzelobjektes (N-Bilanz)

## 9. Zusammenfassung und Ausblick (Forschungsbedarf)

Auf Basis von Modellrechnungen mit dem Simulationssystem CANDY wurde der Einfluß der Bewirtschaftung auf den Wasser-, Stickstoff- und Kohlenstoffhaushalt des Bodens untersucht. Für ein ca. 4000 ha großes Untersuchungsgebiet auf der Querfurter Platte in der mitteldeutschen Löß-Schwarzerderegeion wurden wichtige Kenngrößen des Stoffhaushaltes quantifiziert und bewertet. Da auf dem räumlichen Niveau des Ackerschlaues unter Einbeziehung realer Nutzungsdaten gearbeitet wurde, kann von einer relativ hohen Güte der Simulationsergebnisse ausgegangen werden. Als Werkzeug wurden Grundlagen für ein Informationssystem entwickelt, mit dem der Informationsfluß bei regionalen Untersuchungen organisiert sowie die thematische Auswertung gebietsbezogen unterstützt wird. Die entwickelten Methoden, Modelluntersuchungen und informationstechnischen Werkzeuge sind prinzipiell auf andere Regionen übertragbar, wobei einzelne

Bearbeitungsschritte von der jeweiligen Qualität verfügbarer Primärdaten abhängen werden. Als denkbare **Anwendungsgebiete** von entwickelten Methoden und Werkzeugen werden folgende Bereiche gesehen.

- **Prognose der Auswirkungen von Nutzungsänderungen** in Agrarräumen (Systemanalyse)

Vergleichbar mit der hier für das Untersuchungsgebiet auf der Querfurter Platte beschriebenen Vorgehensweise können für verschiedene räumliche Ebenen (Einzugsgebiet, Betrieb...) reale oder unterstellte Bewirtschaftungssysteme auf Basis charakteristischer Kenngrößen des Stoffhaushaltes analysiert werden. Voraussetzung für hinreichend genaue Aussagen sind dabei Berechnungen für längere Zeiträume.

- **Operative Handlungsempfehlungen** für den Landwirt

In Verbindung mit seiner pflanzenbaulichen Tätigkeit benötigt der Landwirt häufig operative Informationen über den Bodenzustand. Diese Informationen kann er aufgrund des Kosten- und Zeitaufwandes, wenn überhaupt, nur punktuell durch die Entnahme und Untersuchung von Bodenproben erhalten. Modellgestützte Verfahren können eine wichtige Grundlage für die vom Bewirtschafter benötigten Informationen (z.B.  $N_{\min}$ -Gehalt, N-Nachlieferung, Bodenwasserstatus) darstellen. Erforderlich ist dazu allerdings ein ständiges Aktualisieren der Nutzungsdaten innerhalb des Informationssystems. Als perspektivische Möglichkeit wird in diesem Zusammenhang eine Anbindung von modellbasierten Informationen zum Bodenzustand an „Precision Farming“-Technologien gesehen, wobei Fortschritte sowohl in der Prozeßsteuerung als auch in Bezug auf die Weiterentwicklung der Modellgenauigkeit zu erwarten sind.

- Erarbeitung von **Parametern für schlagbezogenen Bodenschutz**

Für einen wirksamen Bodenschutz sind Kenntnisse über Eigenschaften und Zustand des Bodens unerlässlich. Diese sollten zukünftig flächendeckend für die agrarischen Nutzungseinheiten (Ackerschläge) vorliegen. Neben beschreibenden Informationen, die

aus Bodenuntersuchungen und auf Basis von Bodenkarten zugeordnet werden, können modellgestützte Aussagen diese Informationsbasis entscheidend verbessern, da hier die Dynamik von Prozessen in Abhängigkeit von Umweltwirkungen (z.B. Witterung) Berücksichtigung findet. Es können beispielsweise schlagbezogene Bodenpotentiale quantifiziert (Wasser- und Nährstoffpool), Gefährdungspotentiale (z.B. N-Austräge) abgeschätzt oder aktuelle Versorgungszustände (z.B. Humus) bewertet werden.

- **Bodenmonitoring** an Referenzstandorten und modellgestützte **Regionalisierung**

Die Verfolgung von Veränderungen des Bodenzustandes erfordert langfristige Beobachtungen des Bodens an ausgewählten, repräsentativen Standorten. Aus diesem Grund werden (auch) in Sachsen-Anhalt Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) eingerichtet (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT, 1997). Für die Übertragung der an diesen „Punkten“ gewonnen Ergebnisse zur Dynamik des Stoffhaushaltes in die jeweiligen Repräsentanzräume der BDF werden Regionalisierungsmethoden benötigt. Diese können unter Nutzung von validierten Modellen an entsprechenden Intensivmeßflächen entwickelt werden.

Aus Sicht des im vorgestellten Projekt erreichten Entwicklungsstandes lassen sich verschiedene **Forschungsziele** und Aufgaben ableiten.

Bezüglich der Weiterentwicklung des Simulationssystems ist vorrangiges Augenmerk auf die verbesserte Abbildung des Pflanzenwachstums (Reaktion auf Umwelt) zu richten.

Bei der Einbindung der Informationsebene Bewirtschaftung ist zu prüfen, inwieweit grundsätzliche Änderungen in den aktuell angewandten Verfahren (z.B. pfluglose Bodenbearbeitung oder Blattdüngung) besser vom Modell berücksichtigt werden können. Dazu sind ggf. experimentelle Arbeiten und Erweiterungen der Parameterbasis erforderlich. Wichtig erscheint die weitere Validierung des Modelles an Intensivmeßflächen und Versuchsstandorten, an denen regionale Referenzdaten erhoben werden. Um eine effiziente Nutzung des Informationssystems zu ermöglichen, sollte eine generelle Zugriffsmöglichkeit über das Internet angestrebt werden.



## 10. Literatur

1. ALTERMANN, M.; KÜHN, D. (1995a): Mitteldeutsches Trockengebiet. In: Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle . Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., Oldenburg, 77, 229-278
2. ALTERMANN, M.; KÜHN, D. (1995b): Bodenformen der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Kreises Querfurt im Maßstab 1:50000 in Auswertung und kartographischer Umsetzung von Feldaufnahmen und Bodenanalysen des Kreises Querfurt. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Außenstelle Berlin.
3. BAHN, E.; EICH, D.; KÖRSCHENS, M.; PFEFFERKORN, A. (1995): 100 Jahre Agrar- und Umweltforschung Bad Lauchstädt. Teubner-Verl. Stuttgart.Leipzig, 107 S.
4. FRANKO, U.; OELSCHLÄGEL, B.; SCHENK, S. (1995a): Modellierung von Bodenprozessen in Agrarlandschaften zur Untersuchung der Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen. Abschlußbericht zum BMFT-Projekt 01LK9106/2. UFZ-Bericht 3/1995, Leipzig
5. FRANKO, U.; OELSCHLÄGEL, B.; SCHENK, S. (1995b): Simulation of temperature-, water- and nitrogen dynamics using the model CANDY. Ecological Modelling, 81, 213-222
6. FRANKO, U.; CROCKER, G. J.; GRACE, P. R.; KLIR, J.; KÖRSCHENS, M.; POULTON, P.R.; RICHTER, D.D. (1997): Simulating trends in soil organic carbon in long-term experiments using the CANDY model. Geoderma, 81, 109-120
7. GRABAUM, R.; MEYER, B.C.; MÜHLE, H. (1999): Landschaftsbewertung und -optimierung. Ein integratives Konzept zur Landschaftsentwicklung. UFZ-Bericht 32/1999, Leipzig
8. KINDLER, R. (1992): Ertragsschätzung in den neuen Bundesländern. Verl. Pflug und Feder. St. Augustin.
9. KÖRSCHENS, M. (1994): Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 90 Jahren. Teubner-Verlag Stuttgart.Leipzig, 179 S.
10. KÖRSCHENS, M. ; PFEFFERKORN, A. (1998): Der Statische Düngungsversuch und andere Feldversuche.UFZ Leipzig-Halle GmbH, Leipzig, 56 S.
11. KÖRSCHENS, M.; SCHULZ, E. (1999): Die organische Bodensubstanz. Dynamik-Reproduktion-ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. UFZ-Bericht 13/1999, Leipzig, 61 S.
12. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1997): Bodenbeobachtung im Land Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle, 23
13. LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT (1995): Agrarstrukturelle Vorplanung „Querfurter Platte“, Magdeburg/Bernburg
14. MEYER, B. (1997): Verwendung von Bewirtschaftungsdaten für CANDY auf der Querfurter Platte (Studie). Unveröff. Bericht. UFZ, Leipzig
15. MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1995): Numerisches Verfahren zur Erstellung klimatologischer Karten. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach, 193
16. OELSCHLÄGEL, B. (1995): A method for downscaling climate model calculation by a statistical weather generator. Ecological Modelling, 82, 199-204
17. STEGEMANN, K. (1997): Pers. Mitteilung.



## **Anlage 11.1**

„Verwendung von Bewirtschaftungsdaten für CANDY auf  
der Querfurter Platte“

**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 Fruchtfolgegeschehen 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<br>(GIS) | Fruchtfolge | N-Düngungstyp | PK-Dün-<br>gungstyp | org.Dün-<br>gungstyp | maximaler<br>Pflugtiefe |
|-----------------|-------------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| 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-Zeitreihen 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  | SCHLAGUNT  |
| 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 werden.

## 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 Düngestyp, 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:<br>Ackerflächen mit<br>Fruchtfolgetyp nach<br>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 (%)                     |      |     |      |     |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |       |
| 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 |      |     |      |     |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |       |
| 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<br>/Frucht-<br>folge | 1  | 2   | 3  | 4   | 5  | 6  | 11 | Quer-<br>furter<br>platte |
|------------------------------|----|-----|----|-----|----|----|----|---------------------------|
| 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<br>/Frucht-<br>folge | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 11    | Quer-<br>furter<br>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 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000                     |

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

| <b>Betrieb<br/>/Frucht-<br/>folge</b> | <b>1</b>    | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>5</b>    | <b>6</b>    | <b>11</b>   | <b>Quer-<br/>furter<br/>Platte</b> |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| 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                               |
| <b>Summe</b>                          | <b>4080</b> | <b>5702</b> | <b>5718</b> | <b>8463</b> | <b>2766</b> | <b>2911</b> | <b>3852</b> | <b>33492</b>                       |

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

| Betrieb<br>/Frucht-<br>folge | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 11    | Quer-<br>furter<br>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-<br>trieb/Fr<br>ucht-<br>folge | 1         | 2          | 3         | 4          | 5         | 6         | 11        | Quer-<br>furter<br>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                       |
| <b>Summe</b>                      | <b>86</b> | <b>101</b> | <b>91</b> | <b>175</b> | <b>69</b> | <b>57</b> | <b>67</b> | <b>646</b>                |

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

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

| Be-<br>trieb/Fr<br>ucht-<br>folge | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 11           | Quer-<br>furter<br>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                     |
| <b>Summe</b>                      | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b>              |

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

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

| Be-<br>trieb/Fr<br>ucht-<br>folge | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 11          | Quer-<br>furter<br>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                      |
| <b>Summe</b>                      | <b>4080</b> | <b>5702</b> | <b>5718</b> | <b>8463</b> | <b>2766</b> | <b>2911</b> | <b>3852</b> | <b>33492</b>              |

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

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

| Be-<br>trieb/Fr<br>ucht-<br>folge | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 11           | Quer-<br>furter<br>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                     |
| <b>Summe</b>                      | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b> | <b>1,000</b>              |

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/Erd-beeren | 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/Erd-beeren | 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 Einflußbereichen 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,<br>Betriebsdaten<br>DASKE<br>Betriebsdatenspeicher<br>Literatur, Statistik | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Statistische Auswahl von DASKE-Dateien zur Erzeugung von CANDY-INFORMATION</li> <li>2. Albersroda: Rechnung mit gewichteten Durchschnittswerten für die gesamte Querfurter Platte</li> <li>3. Verteilung von Fruchtfolgen entsprechend abzuleitender Gewichte und Anbauverhältnisse im Abschlußbericht MEYER</li> <li>4. Problem: Festlegung der Startwerte z.B. für 1976<br/>(denkbar ist Abschätzung über Regionalstatistiken: Ertragstrend, Tierbestände)</li> <li>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)</li> <li>6. Unterstellung der Anbaustruktur aus vorhandenen Jahren für fehlende Jahre zwischen 1980-89, Ertragsrelativierung nach Stat. Versuch Bad Lauchstädt</li> </ol> |

**Tab. 20 „1990-1997“**

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

**Tab. 21: „Zukunft“**

| Daten | Lösungsweg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| keine | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortschreiben der Entwicklung „1990-1997“</li> <li>2. „Simulationsexperimente“:<br/>Wichtige Kriterien zur Unterscheidung von Bewirtschaftungssystemen sind in diesem Zusammenhang:<br/>-strukturelle Unterschiede im Betriebssystem:<br/>-Marktfruchtbetrieb (ausschließliche Erzeugung pflanzlicher Produkte)<br/>-Veredlungsbetrieb (tierproduzierende Betriebe, Abstufung des Tierbesatzes von ca.0.5 bis 2.0 GV/ha)<br/>-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<br/>- Intensitätsgrad der Produktion:<br/>- in Abhängigkeit vom angestrebten Ertragsniveau und unter Berücksichtigung der strukturbedingten Anfallmengen organischer Dünger wird die Intensität der mineralischen N-Düngung an differenzierte Ertragsziele angepaßt;<br/><br/>- Alternativszenarien (Verlängerung der Fruchtfolgen; Biologisch-Dynamischer Anbau; Intensivierung Marktfrucht; etc.</li> <li>3. Expertensystem zur Generierung von Fruchtfolgen</li> </ol> |

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

## **Anlage 11.2**

Bewirtschaftungsdaten vom Herbst 1990 – Ernte 1996

| Abfolge der | Bewirtschaftungsmaßnahmen |                   |            |          |        |
|-------------|---------------------------|-------------------|------------|----------|--------|
| SCHLAG      | 4142                      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
| 20.08.90    | Bearbeit.                 |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 28.08.90    | Bearbeit.                 |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 18.09.90    | Aussaat                   | W-Gerste          | 78.20      | dt/ha ZE | 196 N  |
| 12.03.91    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 47.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 10.04.91    | min. Dng.                 | AHL               | 48.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 04.05.91    | min. Dng.                 | Kalkammonsalpeter | 59.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 23.07.91    | Ernte                     |                   | 78.20      | dt/ha    | 0 N    |
| 15.11.91    | Bearbeit.                 |                   | 30.00      | cm       | 3 N    |
| 21.04.92    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 16.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 28.04.92    | Aussaat                   | Sp.Kart.          | 298.00     | dt/ha ZE | 119 N  |
| 14.05.92    | min. Dng.                 | AHL               | 100.00     | kgN/ha   | 100 N  |
| 05.10.92    | Ernte                     |                   | 298.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 15.10.92    | Bearbeit.                 |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 21.10.92    | Aussaat                   | W-Weizen          | 79.70      | dt/ha ZE | 199 N  |
| 24.03.93    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 47.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 25.04.93    | min. Dng.                 | Kalkammonsalpeter | 38.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 28.04.93    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 45.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 09.09.93    | Ernte                     |                   | 79.70      | dt/ha    | 0 N    |
| 25.09.93    | Bearbeit.                 |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 20.04.94    | org. Dng.                 | RindguelleTS_50   | 400.00     | dt/ha    | 700 N  |
| 20.04.94    | Bearbeit.                 |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 02.05.94    | Aussaat                   | Silomais          | 410.00     | dt/ha ZE | 144 N  |
| 30.09.94    | Ernte                     |                   | 410.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 26.10.94    | Bearbeit.                 |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 01.11.94    | Bearbeit.                 |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |
| 06.11.94    | Aussaat                   | W-Weizen          | 79.40      | dt/ha ZE | 199 N  |
| 10.03.95    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 50.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 04.05.95    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 61.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 30.05.95    | min. Dng.                 | Kalkammonsalpeter | 54.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 10.08.95    | Ernte                     |                   | 79.40      | dt/ha    | 0 N    |
| 10.08.95    | org. Dng.                 | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
| 16.08.95    | Bearbeit.                 |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 20.04.96    | Aussaat                   | Silomais          | 420.00     | dt/ha ZE | 147 N  |
| 20.04.96    | org. Dng.                 | RindguelleTS_50   | 25.00      | dt/ha    | 44 N   |
| 20.04.96    | Bearbeit.                 |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 30.04.96    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 80.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 20.09.96    | Ernte                     |                   | 420.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 25.10.96    | Bearbeit.                 |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| ----        |                           |                   |            | Seite    | 1      |
| SCHLAG      | 4011                      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
| 10.10.90    | Bearbeit.                 |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 15.10.90    | Aussaat                   | W-Weizen          | 73.50      | dt/ha ZE | 184 N  |
| 14.03.91    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 51.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 16.04.91    | min. Dng.                 | Kalkammonsalpeter | 48.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 28.05.91    | min. Dng.                 | Kalkammonsalpeter | 50.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 21.08.91    | Ernte                     |                   | 73.50      | dt/ha    | 0 N    |
| 30.09.91    | Bearbeit.                 |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 30.03.92    | org. Dng.                 | RindguelleTS_50   | 300.00     | dt/ha    | 525 N  |
| 08.04.92    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 129.00     | kgN/ha   | 100 N  |
| 07.05.92    | Aussaat                   | Silomais          | 400.00     | dt/ha ZE | 140 N  |
| 20.09.92    | Ernte                     |                   | 400.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 14.10.92    | Bearbeit.                 |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 17.10.92    | Aussaat                   | W-Weizen          | 69.40      | dt/ha ZE | 174 N  |
| 25.03.93    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 47.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 06.05.93    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 50.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 14.08.93    | Ernte                     |                   | 69.40      | dt/ha    | 0 N    |
| 20.08.93    | org. Dng.                 | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
| 28.09.93    | Bearbeit.                 |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |
| 05.10.93    | Aussaat                   | W-Weizen          | 52.70      | dt/ha ZE | 132 N  |
| 30.03.94    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 62.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 25.04.94    | min. Dng.                 | Harnstoff         | 55.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 30.05.94    | min. Dng.                 | Kalkammonsalpeter | 58.50      | kgN/ha   | 50 N   |
| 25.09.94    | Ernte                     |                   | 52.70      | dt/ha    | 0 N    |
| 25.09.94    | org. Dng.                 | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
| 12.12.94    | Aussaat                   | W-Weizen          | 49.10      | dt/ha ZE | 123 N  |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 12.12.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 09.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 11.08.95 | Ernte     |                   | 49.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.04.96 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   | 68 N   |
| 20.07.96 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 20.07.96 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      | 901 N  |
| 17.08.96 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 2      |
| SCHLAG   | 4012      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 12.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 57.10  | dt/ha ZE   | 143 N  |
| 12.10.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 19.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 19.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 19.08.91 | Ernte     |                   | 57.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.09.91 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 17.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 50.60  | dt/ha ZE   | 127 N  |
| 29.02.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 22.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 14.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 32.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 16.07.92 | Ernte     |                   | 50.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 11.08.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 28.10.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 24.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 97.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 29.04.93 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 300.00 | dt/ha      | 368 N  |
| 07.05.93 | Aussaat   | Silomais          | 480.00 | dt/ha ZE   | 168 N  |
| 14.10.93 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 05.11.93 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 06.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 52.70  | dt/ha ZE   | 132 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 04.08.94 | Ernte     |                   | 52.70  | dt/ha      | 0 N    |
| 04.08.94 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 23.11.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 05.12.94 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 03.04.95 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 460.00 | dt/ha ZE   | 230 N  |
| 11.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 106.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.10.95 | Ernte     |                   | 460.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 18.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 76.50  | dt/ha ZE   | 191 N  |
| 18.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 19.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.10  | kgN/ha     | 100 N  |
| 22.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.60  | kgN/ha     | 100 N  |
| 09.09.96 | Ernte     |                   | 76.50  | dt/ha      | 0 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 3      |
| SCHLAG   | 4013      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 06.10.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 12.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 37.90  | dt/ha ZE   | 95 N   |
| 19.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 19.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 19.08.91 | Ernte     |                   | 37.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 18.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 44.00  | dt/ha ZE   | 110 N  |
| 18.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.02.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 24.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 16.07.92 | Ernte     |                   | 44.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.04.93 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 400.00 | dt/ha      | 490 N  |
| 30.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 97.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.05.93 | Aussaat   | Silomais          | 330.00 | dt/ha ZE   | 116 N  |
| 11.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 23.10.93 | Ernte     |                   | 330.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 29.10.93 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 05.11.93 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 06.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 52.70  | dt/ha ZE   | 132 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |



|          |           |                   |            |          |        |
|----------|-----------|-------------------|------------|----------|--------|
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.50      | kgN/ha   | 50 N   |
| 04.08.94 | Ernte     |                   | 52.70      | dt/ha    | 0 N    |
| 04.08.94 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
| 15.11.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00     | dt/ha    | 3200 N |
| 05.12.94 | Bearbeit. |                   | 30.00      | cm       | 3 N    |
| 04.04.95 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 450.00     | dt/ha ZE | 225 N  |
| 11.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 45.50      | kgN/ha   | 100 N  |
| 10.10.95 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 15.10.95 | Ernte     |                   | 450.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 15.10.95 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00     | dt/ha    | 1142 N |
| 18.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 68.40      | dt/ha ZE | 171 N  |
| 20.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 19.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.10      | kgN/ha   | 100 N  |
| 22.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 72.80      | kgN/ha   | 100 N  |
| 30.09.96 | Ernte     |                   | 68.40      | dt/ha    | 0 N    |
| 30.09.96 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
|          |           |                   |            |          |        |
| ----     |           |                   |            | Seite    | 4      |
| SCHLAG   | 4016      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
| 13.10.90 | Bearbeit. |                   | 22.00      | cm       | 2 N    |
| 15.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 53.30      | dt/ha ZE | 133 N  |
| 15.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 30.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 60.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 28.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 35.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 15.08.91 | Ernte     |                   | 53.30      | dt/ha    | 0 N    |
| 15.08.91 | org. Dng. | Getreidestroh     | 25.00      | dt/ha    | 849 N  |
| 20.08.91 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 15.10.91 | Bearbeit. |                   | 30.00      | cm       | 3 N    |
| 09.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 124.00     | kgN/ha   | 100 N  |
| 13.04.92 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 452.60     | dt/ha ZE | 226 N  |
| 18.10.92 | Ernte     |                   | 452.60     | dt/ha    | 0 N    |
| 18.10.92 | org. Dng. | Rübenblatt        | 102.00     | dt/ha    | 388 N  |
| 23.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 60.90      | dt/ha ZE | 152 N  |
| 23.09.93 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 11.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 20.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 03.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 47.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 12.07.94 | Ernte     |                   | 60.90      | dt/ha    | 0 N    |
| 12.07.94 | org. Dng. | Getreidestroh     | 60.00      | dt/ha    | 2038 N |
| 19.07.94 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 350.00     | dt/ha    | 429 N  |
| 19.07.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 20.11.94 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 24.04.95 | Aussaat   | Silomais          | 380.00     | dt/ha ZE | 133 N  |
| 04.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 66.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 25.09.95 | Ernte     |                   | 380.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 10.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 15.10.95 | Bearbeit. |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |
| 20.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 70.40      | dt/ha ZE | 176 N  |
| 19.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 22.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 73.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 08.09.96 | Ernte     |                   | 70.40      | dt/ha    | 0 N    |
|          |           |                   |            |          |        |
| ----     |           |                   |            | Seite    | 5      |
| SCHLAG   | 4017      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
| 28.10.91 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 01.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 37.90      | dt/ha ZE | 95 N   |
| 01.11.91 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 09.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 30.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 27.07.92 | Ernte     |                   | 37.90      | dt/ha    | 0 N    |
| 20.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 03.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00      | cm       | 2 N    |
| 17.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 72.00      | dt/ha ZE | 180 N  |
| 17.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 05.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00      | kgN/ha   | 100 N  |

|          |           |                   |            |          |        |
|----------|-----------|-------------------|------------|----------|--------|
| 16.04.93 | min. Dng. | AHL               | 53.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 11.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 51.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 14.07.93 | Ernte     |                   | 72.00      | dt/ha    | 0 N    |
| 26.07.93 | org. Dng. | Getreidestroh     | 45.00      | dt/ha    | 1529 N |
| 27.07.93 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 10.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 20.10.93 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 04.04.94 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 480.00     | dt/ha ZE | 240 N  |
| 17.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 59.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 19.10.94 | Ernte     |                   | 480.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 19.10.94 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00     | dt/ha    | 1142 N |
| 20.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 82.30      | dt/ha ZE | 206 N  |
| 20.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 08.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 03.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 66.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 20.08.95 | Ernte     |                   | 82.30      | dt/ha    | 0 N    |
| 14.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 24.10.95 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 10.04.96 | Aussaat   | Erbsen            | 45.00      | dt/ha ZE | 270 N  |
| 21.08.96 | Ernte     |                   | 45.00      | dt/ha    | 0 N    |
| 21.08.96 | org. Dng. | Rapsstroh         | 15.00      | dt/ha    | 421 N  |
|          |           |                   |            |          |        |
|          |           |                   |            |          |        |
|          |           |                   |            |          |        |
| ----     |           |                   |            |          |        |
|          |           |                   |            | Seite    | 6      |
| SCHLAG   | 4021      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
|          |           |                   |            |          |        |
| 11.10.90 | Bearbeit. |                   | 30.00      | cm       | 3 N    |
| 01.04.91 | min. Dng. | AHL               | 34.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 10.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 240.00     | dt/ha ZE | 120 N  |
| 31.05.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 107.00     | kgN/ha   | 100 N  |
| 10.10.91 | Ernte     |                   | 240.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 08.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 36.20      | dt/ha ZE | 91 N   |
| 08.11.91 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 09.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 05.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 27.07.92 | Ernte     |                   | 36.20      | dt/ha    | 0 N    |
| 21.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 09.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00      | cm       | 2 N    |
| 18.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 73.60      | dt/ha ZE | 184 N  |
| 03.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 16.04.93 | min. Dng. | AHL               | 53.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 11.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 56.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 18.07.93 | Ernte     |                   | 73.60      | dt/ha    | 0 N    |
| 24.07.93 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
| 01.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 30.10.93 | Bearbeit. |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |
| 01.04.94 | Aussaat   | Erbsen            | 45.20      | dt/ha ZE | 271 N  |
| 25.07.94 | Ernte     |                   | 45.20      | dt/ha    | 0 N    |
| 25.07.94 | org. Dng. | Rapsstroh         | 15.00      | dt/ha    | 421 N  |
| 02.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 13.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 78.30      | dt/ha ZE | 196 N  |
| 08.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 03.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 66.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 78.30      | dt/ha    | 0 N    |
| 10.09.95 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 300.00     | dt/ha    | 368 N  |
| 09.10.95 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 18.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 480.00     | dt/ha ZE | 240 N  |
| 07.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 25.30      | kgN/ha   | 100 N  |
| 12.10.96 | Ernte     |                   | 480.00     | dt/ha    | 0 N    |
|          |           |                   |            |          |        |
|          |           |                   |            |          |        |
| ----     |           |                   |            |          |        |
|          |           |                   |            | Seite    | 7      |
| SCHLAG   | 4041      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
|          |           |                   |            |          |        |
| 06.11.90 | Bearbeit. |                   | 30.00      | cm       | 3 N    |
| 09.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 136.10     | dt/ha ZE | 68 N   |
| 09.04.91 | min. Dng. | AHL               | 34.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 30.05.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 108.00     | kgN/ha   | 100 N  |
| 26.11.91 | Ernte     |                   | 136.10     | dt/ha    | 0 N    |

|          |           |               |        |            |        |
|----------|-----------|---------------|--------|------------|--------|
| 30.11.91 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 05.03.92 | Aussaat   | Sommergerste  | 50.00  | dt/ha ZE   | 125 N  |
| 05.03.92 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 26.04.92 | min. Dng. | Harnstoff     | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 23.07.92 | Ernte     |               | 50.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.08.92 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 26.08.92 | Bearbeit. |               | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 25.09.92 | Aussaat   | W-Gerste      | 68.80  | dt/ha ZE   | 172 N  |
| 03.03.93 | min. Dng. | Harnstoff     | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.04.93 | min. Dng. | AHL           | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 11.05.93 | min. Dng. | Harnstoff     | 56.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 19.07.93 | Ernte     |               | 68.80  | dt/ha      | 0 N    |
| 19.07.93 | org. Dng. | Getreidestroh | 45.00  | dt/ha      | 1529 N |
| 30.08.93 | Bearbeit. |               | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 01.11.93 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 20.04.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)  | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 25.04.94 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 04.05.94 | Aussaat   | Silomais      | 410.00 | dt/ha ZE   | 144 N  |
| 06.05.94 | min. Dng. | Harnstoff     | 95.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.10.94 | Bearbeit. |               | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 27.10.94 | Ernte     |               | 410.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 29.10.94 | Aussaat   | W-Weizen      | 68.50  | dt/ha ZE   | 171 N  |
| 09.03.95 | min. Dng. | Harnstoff     | 57.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.05.95 | min. Dng. | Harnstoff     | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.08.95 | Ernte     |               | 68.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 20.08.95 | org. Dng. | Getreidestroh | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 20.09.95 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 30.11.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)  | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 30.11.95 | Bearbeit. |               | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 18.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe   | 515.00 | dt/ha ZE   | 258 N  |
| 15.10.96 | Ernte     |               | 515.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 15.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt    | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| ----     |           |               |        | Seite      | 8      |
| SCHLAG   | 4042      |               |        | Datenbank: | BETR1  |
| 14.11.90 | Bearbeit. |               | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 07.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe   | 136.10 | dt/ha ZE   | 68 N   |
| 07.04.91 | min. Dng. | AHL           | 34.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.05.91 | min. Dng. | Harnstoff     | 116.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 26.11.91 | Ernte     |               | 136.10 | dt/ha      | 0 N    |
| 04.03.92 | Aussaat   | Sommergerste  | 50.00  | dt/ha ZE   | 125 N  |
| 04.03.92 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 28.04.92 | min. Dng. | Harnstoff     | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 23.07.92 | Ernte     |               | 50.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 11.08.92 | Bearbeit. |               | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 28.08.92 | Bearbeit. |               | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 24.09.92 | Aussaat   | W-Gerste      | 70.30  | dt/ha ZE   | 176 N  |
| 03.03.93 | min. Dng. | Harnstoff     | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.04.93 | min. Dng. | AHL           | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 11.05.93 | min. Dng. | Harnstoff     | 54.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 22.07.93 | Ernte     |               | 70.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 24.07.93 | org. Dng. | Getreidestroh | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 30.08.93 | Bearbeit. |               | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 01.10.93 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 24.04.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)  | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 25.04.94 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.04.94 | Aussaat   | Silomais      | 410.00 | dt/ha ZE   | 144 N  |
| 30.04.94 | min. Dng. | Harnstoff     | 107.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.10.94 | Ernte     |               | 410.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 25.10.94 | Aussaat   | W-Weizen      | 78.10  | dt/ha ZE   | 195 N  |
| 25.10.94 | Bearbeit. |               | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 09.03.95 | min. Dng. | Harnstoff     | 57.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.05.95 | min. Dng. | Harnstoff     | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.08.95 | Ernte     |               | 78.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 20.08.95 | org. Dng. | Getreidestroh | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 14.09.95 | Bearbeit. |               | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 18.11.95 | Bearbeit. |               | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 30.11.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)  | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 17.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe   | 480.00 | dt/ha ZE   | 240 N  |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff     | 95.00  | kgN/ha     | 100 N  |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 05.10.96 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 05.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 07.10.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        | Seite      | 9      |
| SCHLAG   | 4052      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 29.10.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 01.11.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 58.60  | dt/ha ZE   | 147 N  |
| 30.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 24.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 43.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 16.08.91 | Ernte     |                   | 58.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 15.09.91 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 19.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 42.10  | dt/ha ZE   | 105 N  |
| 03.03.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 49.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 24.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.07.92 | Ernte     |                   | 42.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 11.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 74.50  | dt/ha ZE   | 186 N  |
| 19.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.50  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 47.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 07.09.93 | Ernte     |                   | 74.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 10.09.93 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 10.09.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 14.10.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 19.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 55.00  | dt/ha ZE   | 138 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 28.07.94 | Ernte     |                   | 55.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 05.08.94 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 13.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 17.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 76.80  | dt/ha ZE   | 192 N  |
| 02.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 23.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 76.80  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.08.95 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 05.09.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 05.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 30.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 10.11.95 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 25.11.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 83.50  | dt/ha ZE   | 209 N  |
| 19.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 03.09.96 | Ernte     |                   | 83.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 03.09.96 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
|          |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        | Seite      | 10     |
| SCHLAG   | 4051      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 15.11.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 11.04.91 | min. Dng. | Ammoniumsulfat    | 110.00 | kgN/ha     | 75 N   |
| 08.05.91 | Aussaat   | Silomais          | 322.90 | dt/ha ZE   | 113 N  |
| 17.10.91 | Ernte     |                   | 322.90 | dt/ha      | 0 N    |
| 25.10.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 06.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 50.70  | dt/ha ZE   | 127 N  |
| 06.12.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 08.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.08.92 | Ernte     |                   | 50.70  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 12.10.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 66.40  | dt/ha ZE   | 166 N  |
| 19.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.50  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |



|          |           |                   |        |            |          |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|----------|
| 15.08.93 | Ernte     |                   | 66.40  | dt/ha      | 0 N      |
| 30.08.93 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 350.00 | dt/ha      | 613 N    |
| 30.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N      |
| 30.10.93 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N      |
| 05.04.94 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 510.00 | dt/ha ZE   | 255 N    |
| 17.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 59.00  | kgN/ha     | 50 N     |
| 10.10.94 | Ernte     |                   | 510.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 10.10.94 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N   |
| 10.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N      |
| 17.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 78.50  | dt/ha ZE   | 196 N    |
| 07.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 03.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 66.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 10.08.95 | Ernte     |                   | 78.50  | dt/ha      | 0 N      |
| 11.09.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N      |
| 23.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N      |
| 25.09.95 | Aussaat   | W-Gerste          | 61.10  | dt/ha ZE   | 153 N    |
| 11.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 06.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 03.08.96 | Ernte     |                   | 61.10  | dt/ha      | 0 N      |
| 03.08.96 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N   |
| -----    |           |                   |        |            |          |
|          |           |                   |        |            | Seite 11 |
| SCHLAG   | 4071      |                   |        | Datenbank: | BETR1    |
| 06.11.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N      |
| 09.11.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 56.00  | dt/ha ZE   | 140 N    |
| 28.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 24.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 20.06.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 17.08.91 | Ernte     |                   | 56.00  | dt/ha      | 0 N      |
| 11.04.92 | Aussaat   | Luzerne(mehrj.)   | 60.00  | dt/ha ZE   | 35 N     |
| 20.05.92 | Zwi.ernte |                   | 120.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 20.06.92 | Zwi.ernte |                   | 160.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 31.07.92 | Zwi.ernte |                   | 100.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 30.08.92 | Zwi.ernte |                   | 60.00  | dt/ha      | 0 N      |
| 20.05.93 | Zwi.ernte |                   | 120.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 20.06.93 | Zwi.ernte |                   | 160.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 31.07.93 | Zwi.ernte |                   | 100.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 30.08.93 | Zwi.ernte |                   | 60.00  | dt/ha      | 0 N      |
| 20.05.94 | Zwi.ernte |                   | 120.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 20.06.94 | Zwi.ernte |                   | 160.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 31.07.94 | Zwi.ernte |                   | 100.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 30.08.94 | Ernte     |                   | 60.00  | dt/ha      | 0 N      |
| 10.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N      |
| 30.10.94 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N      |
| 03.05.95 | Aussaat   | Silomais          | 390.00 | dt/ha ZE   | 137 N    |
| 08.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 31.30  | kgN/ha     | 100 N    |
| 20.09.95 | Ernte     |                   | 390.00 | dt/ha      | 0 N      |
| 15.10.95 | Bearbeit. |                   | 12.00  | cm         | 1 N      |
| 20.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 93.40  | dt/ha ZE   | 234 N    |
| 20.10.95 | Bearbeit. |                   | 11.00  | cm         | 1 N      |
| 22.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 38.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 21.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00  | kgN/ha     | 100 N    |
| 30.08.96 | Ernte     |                   | 93.40  | dt/ha      | 0 N      |
| -----    |           |                   |        |            |          |
|          |           |                   |        |            | Seite 12 |
| SCHLAG   | 4081      |                   |        | Datenbank: | BETR1    |
| 20.11.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N      |
| 18.03.91 | Aussaat   | Sommergerste      | 53.80  | dt/ha ZE   | 135 N    |
| 23.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 41.00  | kgN/ha     | 50 N     |
| 07.08.91 | Ernte     |                   | 53.80  | dt/ha      | 0 N      |
| 07.08.91 | org. Dng. | Getreidestroh     | 35.00  | dt/ha      | 1189 N   |
| 25.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N      |
| 10.09.91 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N      |
| 08.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 125.00 | kgN/ha     | 100 N    |
| 23.04.92 | Aussaat   | Silomais          | 400.00 | dt/ha ZE   | 140 N    |
| 26.09.92 | Ernte     |                   | 400.00 | dt/ha      | 0 N      |

|          |           |                   |        |                  |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------------|--------|
| 26.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm               | 1 N    |
| 20.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 74.90  | dt/ha ZE         | 187 N  |
| 20.10.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| 20.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.50  | kgN/ha           | 100 N  |
| 29.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 07.09.93 | Ernte     |                   | 74.90  | dt/ha            | 0 N    |
| 12.09.93 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha            | 1699 N |
| 30.09.93 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha            | 3200 N |
| 15.11.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm               | 2 N    |
| 01.04.94 | Aussaat   | Sommergerste      | 52.40  | dt/ha ZE         | 131 N  |
| 30.07.94 | Ernte     |                   | 52.40  | dt/ha            | 0 N    |
| 18.08.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm               | 1 N    |
| 10.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| 05.11.94 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm               | 3 N    |
| 06.04.95 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 510.00 | dt/ha ZE         | 255 N  |
| 11.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 116.00 | kgN/ha           | 100 N  |
| 10.10.95 | Ernte     |                   | 510.00 | dt/ha            | 0 N    |
| 10.10.95 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha            | 1142 N |
| 20.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 84.40  | dt/ha ZE         | 211 N  |
| 20.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| 22.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 12.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 20.09.96 | Ernte     |                   | 84.40  | dt/ha            | 0 N    |
| 15.10.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite            | 13     |
| SCHLAG   | 4091      |                   |        | Datenbank: BETR1 |        |
| 21.09.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm               | 3 N    |
| 05.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 62.50  | dt/ha ZE         | 156 N  |
| 21.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 39.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 17.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha           | 50 N   |
| 24.08.91 | Ernte     |                   | 62.50  | dt/ha            | 0 N    |
| 15.09.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha            | 3200 N |
| 20.09.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm               | 1 N    |
| 20.10.91 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm               | 3 N    |
| 10.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 74.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 18.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 60.00  | kgN/ha           | 50 N   |
| 14.09.92 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 369.70 | dt/ha ZE         | 185 N  |
| 31.10.92 | Ernte     |                   | 369.70 | dt/ha            | 0 N    |
| 31.10.92 | org. Dng. | Rübenblatt        | 350.00 | dt/ha            | 1333 N |
| 04.11.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm               | 2 N    |
| 06.11.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 74.90  | dt/ha ZE         | 187 N  |
| 22.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 27.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 45.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 07.09.93 | Ernte     |                   | 74.90  | dt/ha            | 0 N    |
| 12.09.93 | org. Dng. | Getreidestroh     | 60.00  | dt/ha            | 2038 N |
| 22.09.93 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm               | 2 N    |
| 24.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 58.80  | dt/ha ZE         | 147 N  |
| 21.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.60  | kgN/ha           | 100 N  |
| 21.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.20  | kgN/ha           | 100 N  |
| 11.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 49.10  | kgN/ha           | 50 N   |
| 16.07.94 | Ernte     |                   | 58.80  | dt/ha            | 0 N    |
| 09.12.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm               | 2 N    |
| 01.04.95 | Aussaat   | Gras              | 50.00  | dt/ha ZE         | 23 N   |
| 25.09.95 | Ernte     |                   | 50.00  | dt/ha            | 0 N    |
| 25.09.95 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 50.00  | dt/ha            | 300 N  |
| 25.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| 05.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 95.40  | dt/ha ZE         | 239 N  |
| 05.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| 03.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 06.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00  | kgN/ha           | 100 N  |
| 20.08.96 | Ernte     |                   | 95.40  | dt/ha            | 0 N    |
| 10.10.96 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha            | 3200 N |
| 13.10.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm               | 2 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite            | 14     |



| SCHLAG   | 4101      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|----|
| 20.11.90 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3     | N  |
| 11.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 154.70 | dt/ha ZE   | 77    | N  |
| 11.04.91 | min. Dng. | AHL               | 34.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 29.05.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 97.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 17.10.91 | Ernte     |                   | 154.70 | dt/ha      | 0     | N  |
| 18.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 38.40  | dt/ha ZE   | 96    | N  |
| 18.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 03.03.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 35.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 24.04.92 | min. Dng. | AHL               | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 24.07.92 | Ernte     |                   | 38.40  | dt/ha      | 0     | N  |
| 22.04.93 | org. Dng. | GefguelleTS150    | 600.00 | dt/ha      | 3150  | N  |
| 22.04.93 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 24.04.93 | Aussaat   | Silomais          | 480.00 | dt/ha ZE   | 168   | N  |
| 30.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 97.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 26.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 12.10.93 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 18.10.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 20.10.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 22.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 68.70  | dt/ha ZE   | 172   | N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 59.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 06.08.94 | Ernte     |                   | 68.70  | dt/ha      | 0     | N  |
| 22.08.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 03.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 15.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 75.50  | dt/ha ZE   | 189   | N  |
| 01.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 24.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 15.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 25.07.95 | Ernte     |                   | 75.50  | dt/ha      | 0     | N  |
| 20.11.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N  |
| 20.11.95 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 01.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 530.00 | dt/ha ZE   | 265   | N  |
| 10.10.96 | Ernte     |                   | 530.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 10.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N  |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 15 |
| SCHLAG   | 4121      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 23.10.90 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2     | N  |
| 25.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 59.30  | dt/ha ZE   | 148   | N  |
| 30.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 18.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 09.08.91 | Ernte     |                   | 59.30  | dt/ha      | 0     | N  |
| 10.11.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 300.00 | dt/ha      | 2400  | N  |
| 08.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 110.00 | kgN/ha     | 100   | N  |
| 06.05.92 | Aussaat   | Silomais          | 410.00 | dt/ha ZE   | 144   | N  |
| 15.09.92 | Ernte     |                   | 410.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 01.10.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 05.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 65.00  | dt/ha ZE   | 163   | N  |
| 12.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.50  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 29.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 26.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 12.08.93 | Ernte     |                   | 65.00  | dt/ha      | 0     | N  |
| 18.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 30.08.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 21.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 56.70  | dt/ha ZE   | 142   | N  |
| 11.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 19.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 54.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 11.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 49.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 13.07.94 | Ernte     |                   | 56.70  | dt/ha      | 0     | N  |
| 22.07.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N  |
| 22.07.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 08.11.94 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 07.04.95 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 500.00 | dt/ha ZE   | 250   | N  |
| 16.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 15.10.95 | Ernte     |                   | 500.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 15.10.95 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N  |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 26.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 71.00  | dt/ha ZE   | 178 N  |
| 26.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 22.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.08.96 | Ernte     |                   | 71.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 07.09.96 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 16     |
| SCHLAG   | 4132      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 20.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 53.40  | dt/ha ZE   | 134 N  |
| 20.10.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 30.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 14.08.91 | Ernte     |                   | 53.40  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 15.09.91 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 16.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 62.40  | dt/ha ZE   | 156 N  |
| 01.03.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 24.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 18.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 47.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 16.07.92 | Ernte     |                   | 62.40  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.07.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 01.04.93 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   | 68 N   |
| 18.07.93 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 18.07.93 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      | 901 N  |
| 10.09.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 14.09.93 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 28.09.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 66.30  | dt/ha ZE   | 166 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 02.08.94 | Ernte     |                   | 66.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 21.09.94 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525 N  |
| 21.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 25.10.94 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 06.04.95 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 510.00 | dt/ha ZE   | 255 N  |
| 11.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 09.10.95 | Ernte     |                   | 510.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 09.10.95 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 10.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 75.00  | dt/ha ZE   | 188 N  |
| 10.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 02.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 21.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.08.96 | Ernte     |                   | 75.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 20.08.96 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 17     |
| SCHLAG   | 4141      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 08.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 82.60  | dt/ha ZE   | 207 N  |
| 20.10.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 03.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 04.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 53.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 25.08.91 | Ernte     |                   | 82.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 10.10.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 15.10.91 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 04.03.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 89.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 13.04.92 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 397.20 | dt/ha ZE   | 199 N  |
| 15.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 24.10.92 | Ernte     |                   | 397.20 | dt/ha      | 0 N    |
| 24.10.92 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 04.11.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 77.80  | dt/ha ZE   | 195 N  |
| 04.11.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 24.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 27.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 45.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 26.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 21.08.93 | Ernte     |                   | 77.80  | dt/ha      | 0 N    |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 26.09.93 | Bearbeit. |                   | 12.00  | cm         | 1 N    |
| 14.10.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 16.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 48.20  | dt/ha ZE   | 121 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 59.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 01.08.94 | Ernte     |                   | 48.20  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.08.94 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 15.08.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 30.04.95 | Aussaat   | Silomais          | 410.00 | dt/ha ZE   | 144 N  |
| 30.04.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 08.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 128.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.09.95 | Ernte     |                   | 410.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 22.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 27.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 85.10  | dt/ha ZE   | 213 N  |
| 27.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 21.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.08.96 | Ernte     |                   | 85.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.09.96 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 200.00 | dt/ha      | 1600 N |
| 25.09.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 05.11.96 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 18     |
| SCHLAG   | 4161      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
|          |           |                   |        |            |        |
| 17.11.90 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 08.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 212.20 | dt/ha ZE   | 106 N  |
| 09.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 63.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 44.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 05.10.91 | Ernte     |                   | 212.20 | dt/ha      | 0 N    |
| 05.10.91 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 21.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 46.00  | dt/ha ZE   | 115 N  |
| 21.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 07.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.07.92 | Ernte     |                   | 46.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 28.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 07.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 15.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 65.60  | dt/ha ZE   | 164 N  |
| 15.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.50  | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 45.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.07.93 | Ernte     |                   | 65.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 05.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 10.04.94 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 350.00 | dt/ha      | 613 N  |
| 10.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 26.04.94 | Aussaat   | Silomais          | 480.00 | dt/ha ZE   | 168 N  |
| 26.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 128.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.10.94 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 26.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 28.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 80.40  | dt/ha ZE   | 201 N  |
| 23.02.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 04.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 29.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 80.40  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 20.11.95 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 17.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 500.00 | dt/ha ZE   | 250 N  |
| 28.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 79.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.10.96 | Ernte     |                   | 500.00 | dt/ha      | 0 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 19     |
| SCHLAG   | 4251      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
|          |           |                   |        |            |        |
| 18.09.90 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 11.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 49.30  | dt/ha ZE   | 123 N  |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 18.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 53.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 22.08.91 | Ernte     |                   | 49.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 10.03.92 | Aussaat   | W-Roggen          | 35.00  | dt/ha ZE   | 88 N   |
| 10.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.03.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 07.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 14.07.92 | Ernte     |                   | 35.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 27.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 17.09.92 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 21.09.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 56.30  | dt/ha ZE   | 141 N  |
| 09.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.04.93 | min. Dng. | AHL               | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 30.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 18.07.93 | Ernte     |                   | 56.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 02.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 21.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 21.04.94 | Aussaat   | Sonnenblume       | 25.00  | dt/ha ZE   | 105 N  |
| 10.05.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 68.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.10.94 | Ernte     |                   | 25.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 20.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 22.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 77.10  | dt/ha ZE   | 193 N  |
| 07.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 02.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 74.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 07.06.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 77.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 20.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 20.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 02.05.96 | Aussaat   | Silomais          | 400.00 | dt/ha ZE   | 140 N  |
| 28.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 98.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.09.96 | Ernte     |                   | 400.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 19.09.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| ----     |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        | Seite      | 20     |
| SCHLAG   | 4222      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 10.08.90 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 16.08.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 21.09.90 | Aussaat   | W-Gerste          | 70.00  | dt/ha ZE   | 175 N  |
| 08.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.04.91 | min. Dng. | AHL               | 49.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 01.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 20.08.91 | Ernte     |                   | 70.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 10.11.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 350.00 | dt/ha      | 2800 N |
| 15.11.91 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 05.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 69.50  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.04.92 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 405.20 | dt/ha ZE   | 203 N  |
| 13.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 32.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 15.11.92 | Ernte     |                   | 405.20 | dt/ha      | 0 N    |
| 15.11.92 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 17.11.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 66.40  | dt/ha ZE   | 166 N  |
| 17.11.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 26.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 04.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 50.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 19.08.93 | Ernte     |                   | 66.40  | dt/ha      | 0 N    |
| 02.09.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 07.09.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 22.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 64.50  | dt/ha ZE   | 161 N  |
| 22.09.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 17.02.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.07.94 | Ernte     |                   | 64.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.08.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.08.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 30.08.94 | Aussaat   | Winterraps        | 34.10  | dt/ha ZE   | 215 N  |
| 24.02.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 156.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 27.07.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |



|          |           |                   |        |            |       |    |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|----|
| 31.07.95 | Ernte     |                   | 34.10  | dt/ha      | 0     | N  |
| 15.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 04.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 80.10  | dt/ha ZE   | 200   | N  |
| 20.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 22.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 02.09.96 | Ernte     |                   | 80.10  | dt/ha      | 0     | N  |
| 19.09.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
|          |           |                   |        |            |       |    |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 21 |
| SCHLAG   | 4191      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 28.09.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 16.03.91 | Aussaat   | Sommergerste      | 58.60  | dt/ha ZE   | 147   | N  |
| 22.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 39.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 06.08.91 | Ernte     |                   | 58.60  | dt/ha      | 0     | N  |
| 15.10.91 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3     | N  |
| 25.10.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N  |
| 09.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 67.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 20.04.92 | Aussaat   | Silomais          | 350.00 | dt/ha ZE   | 123   | N  |
| 30.09.92 | Ernte     |                   | 350.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 11.10.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 13.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 70.80  | dt/ha ZE   | 177   | N  |
| 16.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.50  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 20.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 03.08.93 | Ernte     |                   | 70.80  | dt/ha      | 0     | N  |
| 10.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 12.10.93 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N  |
| 10.11.93 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 05.04.94 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 548.00 | dt/ha ZE   | 274   | N  |
| 16.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 03.11.94 | Ernte     |                   | 548.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 03.11.94 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N  |
| 08.11.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 09.11.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 72.40  | dt/ha ZE   | 181   | N  |
| 23.02.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 54.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 03.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 07.06.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 16.08.95 | Ernte     |                   | 72.40  | dt/ha      | 0     | N  |
| 17.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 20.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 25.09.95 | Aussaat   | W-Gerste          | 59.40  | dt/ha ZE   | 149   | N  |
| 10.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 68.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 06.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 03.08.96 | Ernte     |                   | 59.40  | dt/ha      | 0     | N  |
| 16.08.96 | org. Dng. | Getreidestroh     | 40.00  | dt/ha      | 1359  | N  |
| 16.08.96 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 200.00 | dt/ha      | 245   | N  |
|          |           |                   |        |            |       |    |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 22 |
| SCHLAG   | 4192      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 20.09.90 | Aussaat   | W-Gerste          | 74.60  | dt/ha ZE   | 187   | N  |
| 11.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 10.04.91 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 06.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 60.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 22.07.91 | Ernte     |                   | 74.60  | dt/ha      | 0     | N  |
| 10.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 20.08.91 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 08.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 75.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 20.04.92 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525   | N  |
| 28.04.92 | Aussaat   | Silomais          | 400.00 | dt/ha ZE   | 140   | N  |
| 20.09.92 | Ernte     |                   | 400.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 30.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 02.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 57.10  | dt/ha ZE   | 143   | N  |
| 02.10.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 16.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 05.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 26.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 04.08.93 | Ernte     |                   | 57.10  | dt/ha      | 0     | N  |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 10.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 12.10.93 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 10.11.93 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 06.04.94 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 520.00 | dt/ha ZE   | 260 N  |
| 16.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 01.11.94 | Ernte     |                   | 520.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 01.11.94 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 15.11.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 17.11.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 62.30  | dt/ha ZE   | 156 N  |
| 09.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 60.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 07.06.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 17.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 18.08.95 | Ernte     |                   | 62.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 19.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 24.09.95 | Aussaat   | W-Gerste          | 59.30  | dt/ha ZE   | 148 N  |
| 10.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 68.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.08.96 | Ernte     |                   | 59.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 16.08.96 | org. Dng. | Getreidestroh     | 40.00  | dt/ha      | 1359 N |
| 16.08.96 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 200.00 | dt/ha      | 245 N  |
|          |           |                   |        |            |        |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 23     |
| SCHLAG   | 4182      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
|          |           |                   |        |            |        |
| 25.11.90 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 10.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 404.80 | dt/ha ZE   | 202 N  |
| 27.05.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 115.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.09.91 | Ernte     |                   | 404.80 | dt/ha      | 0 N    |
| 28.09.91 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 30.10.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 13.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 37.80  | dt/ha ZE   | 95 N   |
| 13.11.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 07.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 22.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 61.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.08.92 | Ernte     |                   | 37.80  | dt/ha      | 0 N    |
| 08.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 01.04.93 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   | 68 N   |
| 20.07.93 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 20.07.93 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      | 901 N  |
| 30.10.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 02.04.94 | Aussaat   | Erbsen            | 42.60  | dt/ha ZE   | 256 N  |
| 27.07.94 | Ernte     |                   | 42.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 05.08.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 20.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 27.09.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 77.30  | dt/ha ZE   | 193 N  |
| 30.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 60.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 07.06.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 30.07.95 | Ernte     |                   | 77.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 18.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 03.09.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.10.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 300.00 | dt/ha      | 2400 N |
| 07.11.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 16.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 530.00 | dt/ha ZE   | 265 N  |
| 15.10.96 | Ernte     |                   | 530.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 15.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 02.11.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 24     |
| SCHLAG   | 4162      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
|          |           |                   |        |            |        |
| 06.11.90 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 07.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 270.90 | dt/ha ZE   | 135 N  |
| 09.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 63.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 44.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 11.10.91 | Ernte     |                   | 270.90 | dt/ha      | 0 N    |
| 11.10.91 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 21.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 46.00  | dt/ha ZE   | 115 N  |



|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 21.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 07.04.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 35.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 06.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.07.92 | Ernte     |                   | 46.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 28.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 07.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 15.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 65.60  | dt/ha ZE   | 164 N  |
| 05.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 22.04.93 | min. Dng. | AHL               | 49.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 45.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 15.07.93 | Ernte     |                   | 65.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 03.08.93 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 25.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 10.04.94 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 350.00 | dt/ha      | 613 N  |
| 10.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 25.04.94 | Aussaat   | Silomais          | 480.00 | dt/ha ZE   | 168 N  |
| 25.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 128.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.10.94 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 18.10.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 19.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 76.70  | dt/ha ZE   | 192 N  |
| 23.02.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 04.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 29.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 10.08.95 | Ernte     |                   | 76.70  | dt/ha      | 0 N    |
| 10.08.95 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00  | dt/ha      | 1699 N |
| 15.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 20.11.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 21.11.95 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 16.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 520.00 | dt/ha ZE   | 260 N  |
| 16.04.96 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 10.10.96 | Ernte     |                   | 520.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 10.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 25     |
| SCHLAG   | 4181      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 17.10.90 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3 N    |
| 12.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 404.80 | dt/ha ZE   | 202 N  |
| 24.05.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 138.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.09.91 | Ernte     |                   | 404.80 | dt/ha      | 0 N    |
| 28.09.91 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 14.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 33.60  | dt/ha ZE   | 84 N   |
| 14.11.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 07.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 21.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 61.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.08.92 | Ernte     |                   | 33.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 20.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 15.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 18.09.92 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 50.00  | dt/ha      | 400 N  |
| 10.10.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 15.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 66.80  | dt/ha ZE   | 167 N  |
| 20.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.50  | kgN/ha     | 100 N  |
| 26.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 58.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 19.08.93 | Ernte     |                   | 66.80  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.03.94 | Aussaat   | Sommergerste      | 35.50  | dt/ha ZE   | 89 N   |
| 30.03.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 01.08.94 | Ernte     |                   | 35.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.08.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 15.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 06.03.95 | Aussaat   | Erbsen            | 47.80  | dt/ha ZE   | 287 N  |
| 05.08.95 | Ernte     |                   | 47.80  | dt/ha      | 0 N    |
| 23.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 09.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 81.90  | dt/ha ZE   | 205 N  |
| 27.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 23.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 30.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.08.96 | Ernte     |                   | 81.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.09.96 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 24.10.96 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |

|          |           |                   |            |          |        |    |
|----------|-----------|-------------------|------------|----------|--------|----|
| Seite    |           |                   |            |          |        | 26 |
| SCHLAG   | 4171      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |    |
| 17.09.90 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |    |
| 15.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 60.80      | dt/ha ZE | 152 N  |    |
| 20.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 18.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00      | kgN/ha   | 50 N   |    |
| 16.08.91 | Ernte     |                   | 60.80      | dt/ha    | 0 N    |    |
| 10.09.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00     | dt/ha    | 3200 N |    |
| 12.09.91 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |    |
| 17.10.91 | Bearbeit. |                   | 30.00      | cm       | 3 N    |    |
| 09.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 69.50      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 11.04.92 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 313.70     | dt/ha ZE | 157 N  |    |
| 15.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 28.00      | kgN/ha   | 50 N   |    |
| 25.09.92 | Ernte     |                   | 313.70     | dt/ha    | 0 N    |    |
| 25.09.92 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00     | dt/ha    | 1142 N |    |
| 30.09.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 83.10      | dt/ha ZE | 208 N  |    |
| 30.09.92 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 15.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 42.50      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 28.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 45.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 12.08.93 | Ernte     |                   | 83.10      | dt/ha    | 0 N    |    |
| 16.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 26.08.93 | Bearbeit. |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |    |
| 18.09.93 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |    |
| 19.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 47.20      | dt/ha ZE | 118 N  |    |
| 11.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 19.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 03.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00      | kgN/ha   | 50 N   |    |
| 10.07.94 | Ernte     |                   | 47.20      | dt/ha    | 0 N    |    |
| 01.04.95 | Aussaat   | Gras              | 150.00     | dt/ha ZE | 68 N   |    |
| 20.07.95 | Ernte     |                   | 150.00     | dt/ha    | 0 N    |    |
| 20.07.95 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00     | dt/ha    | 901 N  |    |
| 07.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 26.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 82.80      | dt/ha ZE | 207 N  |    |
| 26.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 28.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 22.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 07.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 03.09.96 | Ernte     |                   | 82.80      | dt/ha    | 0 N    |    |
| 03.09.96 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |    |
| Seite    |           |                   |            |          |        | 27 |
| SCHLAG   | 4221      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |    |
| 17.11.90 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |    |
| 12.03.91 | Aussaat   | Sommergerste      | 60.30      | dt/ha ZE | 151 N  |    |
| 22.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00      | kgN/ha   | 50 N   |    |
| 31.07.91 | Ernte     |                   | 60.30      | dt/ha    | 0 N    |    |
| 24.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 46.10      | dt/ha ZE | 115 N  |    |
| 24.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 28.02.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 62.50      | kgN/ha   | 50 N   |    |
| 22.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 13.07.92 | Ernte     |                   | 46.10      | dt/ha    | 0 N    |    |
| 03.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |    |
| 28.10.92 | Bearbeit. |                   | 22.00      | cm       | 2 N    |    |
| 19.04.93 | org. Dng. | SchwguelleTS_35   | 400.00     | dt/ha    | 490 N  |    |
| 21.04.93 | Aussaat   | Silomais          | 400.00     | dt/ha ZE | 140 N  |    |
| 22.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 94.00      | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 25.11.93 | Ernte     |                   | 400.00     | dt/ha    | 0 N    |    |
| 15.04.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 300.00     | dt/ha    | 2400 N |    |
| 15.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 25.04.94 | Aussaat   | Silomais          | 420.00     | dt/ha ZE | 147 N  |    |
| 25.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |    |
| 30.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 120.00     | kgN/ha   | 100 N  |    |
| 04.10.94 | Ernte     |                   | 420.00     | dt/ha    | 0 N    |    |
| 09.10.94 | Bearbeit. |                   | 22.00      | cm       | 2 N    |    |
| 10.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 82.90      | dt/ha ZE | 207 N  |    |

|          |           |                   |        |            |       |   |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|---|
| 07.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 30.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 82.90  | dt/ha      | 0     | N |
| 18.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 01.04.96 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   | 68    | N |
| 19.07.96 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 19.07.96 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      | 901   | N |
| 15.10.96 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N |
|          |           |                   |        |            |       |   |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 28    |   |
| SCHLAG   | 4212      | a                 |        | Datenbank: | BETR1 |   |
|          |           |                   |        |            |       |   |
| 26.09.90 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2     | N |
| 09.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 46.90  | dt/ha ZE   | 117   | N |
| 16.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 04.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 59.00  | kgN/ha     | 50    | N |
| 17.08.91 | Ernte     |                   | 46.90  | dt/ha      | 0     | N |
| 25.08.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N |
| 30.08.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 25.10.91 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3     | N |
| 05.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 69.50  | kgN/ha     | 100   | N |
| 08.04.92 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 406.10 | dt/ha ZE   | 203   | N |
| 19.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 33.00  | kgN/ha     | 50    | N |
| 27.10.92 | Ernte     |                   | 406.10 | dt/ha      | 0     | N |
| 27.10.92 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N |
| 17.11.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 74.70  | dt/ha ZE   | 187   | N |
| 17.11.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 26.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 05.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 20.08.93 | Ernte     |                   | 74.70  | dt/ha      | 0     | N |
| 03.09.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 10.09.93 | Bearbeit. |                   | 0.00   | cm         | 0     | N |
| 20.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 51.10  | dt/ha ZE   | 128   | N |
| 18.02.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 19.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 03.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 47.00  | kgN/ha     | 50    | N |
| 15.07.94 | Ernte     |                   | 51.10  | dt/ha      | 0     | N |
| 30.08.94 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 400.00 | dt/ha      | 700   | N |
| 30.08.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 03.05.95 | Aussaat   | Silomais          | 400.00 | dt/ha ZE   | 140   | N |
| 03.05.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 04.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 107.00 | kgN/ha     | 100   | N |
| 20.09.95 | Ernte     |                   | 400.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 04.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 81.30  | dt/ha ZE   | 203   | N |
| 04.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 20.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 02.09.96 | Ernte     |                   | 81.30  | dt/ha      | 0     | N |
| 25.10.96 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525   | N |
| 25.10.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
|          |           |                   |        |            |       |   |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 29    |   |
| SCHLAG   | 4252      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |   |
|          |           |                   |        |            |       |   |
| 15.11.90 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3     | N |
| 07.04.91 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 218.00 | dt/ha ZE   | 109   | N |
| 08.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 63.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 21.09.91 | Ernte     |                   | 218.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 08.11.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 12.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 0.00   | dt/ha ZE   | 0     | N |
| 12.11.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 07.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 04.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 20.07.92 | Ernte     |                   | 0.00   | dt/ha      | 0     | N |
| 31.07.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 28.10.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N |
| 16.03.93 | Aussaat   | Erbsen            | 40.00  | dt/ha ZE   | 240   | N |
| 06.08.93 | Ernte     |                   | 40.00  | dt/ha      | 0     | N |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 11.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 03.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 62.00  | dt/ha ZE   | 155 N  |
| 03.11.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 05.08.94 | Ernte     |                   | 62.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 03.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 15.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 17.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 76.80  | dt/ha ZE   | 192 N  |
| 17.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 02.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 23.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 24.07.95 | Ernte     |                   | 76.80  | dt/ha      | 0 N    |
| 05.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 15.11.95 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 15.11.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 15.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 560.00 | dt/ha ZE   | 280 N  |
| 15.10.96 | Ernte     |                   | 560.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 15.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 10.11.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        | Seite      | 30     |
| SCHLAG   | 4283      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 27.10.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 35.10  | dt/ha ZE   | 88 N   |
| 27.10.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 12.03.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 50.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 27.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 11.08.91 | Ernte     |                   | 35.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 12.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 50.90  | dt/ha ZE   | 127 N  |
| 12.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.02.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 22.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 14.07.92 | Ernte     |                   | 50.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 27.07.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 01.04.93 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   | 68 N   |
| 25.07.93 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 25.07.93 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      | 901 N  |
| 30.09.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 20.04.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 22.04.94 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 27.04.94 | Aussaat   | Silomais          | 420.00 | dt/ha ZE   | 147 N  |
| 30.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 112.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.09.94 | Ernte     |                   | 420.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 05.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 11.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 75.40  | dt/ha ZE   | 189 N  |
| 11.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 08.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.08.95 | Ernte     |                   | 75.40  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 16.11.95 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 350.00 | dt/ha      | 2800 N |
| 16.11.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 17.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 540.00 | dt/ha ZE   | 270 N  |
| 15.10.96 | Ernte     |                   | 540.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 15.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 01.11.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        | Seite      | 31     |
| SCHLAG   | 4151      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 01.04.90 | Aussaat   | Luzerne(mehrj.)   | 128.00 | dt/ha ZE   | 76 N   |
| 20.05.90 | Zwi.ernte |                   | 180.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 20.06.90 | Zwi.ernte |                   | 180.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 31.07.90 | Zwi.ernte |                   | 100.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 30.08.90 | Zwi.ernte |                   | 128.00 | dt/ha      | 0 N    |



|          |           |                   |            |          |        |
|----------|-----------|-------------------|------------|----------|--------|
| 20.05.91 | Zwi.ernte |                   | 180.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 20.06.91 | Zwi.ernte |                   | 180.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 31.07.91 | Zwi.ernte |                   | 100.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 30.08.91 | Ernte     |                   | 128.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 21.10.91 | Bearbeit. |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |
| 31.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 42.70      | dt/ha ZE | 107 N  |
| 08.04.92 | min. Dng. | AHL               | 47.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 20.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 21.07.92 | Ernte     |                   | 42.70      | dt/ha    | 0 N    |
| 09.08.92 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 02.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 03.10.92 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 300.00     | dt/ha    | 2400 N |
| 10.10.92 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 03.04.93 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 542.00     | dt/ha ZE | 271 N  |
| 11.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 85.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 15.11.93 | Ernte     |                   | 542.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 15.11.93 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00     | dt/ha    | 1142 N |
| 19.11.93 | Bearbeit. |                   | 18.00      | cm       | 2 N    |
| 20.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 73.60      | dt/ha ZE | 184 N  |
| 20.11.93 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 06.08.94 | Ernte     |                   | 73.60      | dt/ha    | 0 N    |
| 15.09.94 | org. Dng. | Getreidestroh     | 50.00      | dt/ha    | 1699 N |
| 15.09.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 01.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 82.60      | dt/ha ZE | 207 N  |
| 10.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 10.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 61.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 15.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 82.60      | dt/ha    | 0 N    |
| 23.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 25.09.95 | Aussaat   | W-Gerste          | 58.90      | dt/ha ZE | 147 N  |
| 25.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 11.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 46.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 06.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 16.07.96 | Ernte     |                   | 58.90      | dt/ha    | 0 N    |
| ----     |           |                   |            |          |        |
|          |           |                   |            | Seite    | 32     |
| SCHLAG   | 4111      |                   | Datenbank: | BETR1    |        |
| 15.08.90 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 22.08.90 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 18.09.90 | Aussaat   | W-Gerste          | 69.20      | dt/ha ZE | 173 N  |
| 12.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 09.04.91 | min. Dng. | AHL               | 49.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 04.05.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 59.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 23.07.91 | Ernte     |                   | 69.20      | dt/ha    | 0 N    |
| 10.08.91 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00     | dt/ha    | 3200 N |
| 15.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 20.08.91 | Bearbeit. |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |
| 25.08.91 | Aussaat   | Winterraps        | 26.00      | dt/ha ZE | 164 N  |
| 09.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 96.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 10.07.92 | Ernte     |                   | 26.00      | dt/ha    | 0 N    |
| 18.07.92 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 16.10.92 | Bearbeit. |                   | 22.00      | cm       | 2 N    |
| 19.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 65.50      | dt/ha ZE | 164 N  |
| 20.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 06.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 10.05.93 | min. Dng. | AHL               | 44.00      | kgN/ha   | 100 N  |
| 16.08.93 | Ernte     |                   | 65.50      | dt/ha    | 0 N    |
| 20.08.93 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00     | dt/ha    | 3200 N |
| 20.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00      | cm       | 1 N    |
| 25.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00      | cm       | 2 N    |
| 01.11.93 | Bearbeit. |                   | 25.00      | cm       | 3 N    |
| 07.04.94 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 525.00     | dt/ha ZE | 263 N  |
| 16.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00      | kgN/ha   | 50 N   |
| 05.10.94 | Ernte     |                   | 525.00     | dt/ha    | 0 N    |
| 05.10.94 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00     | dt/ha    | 1142 N |
| 08.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00      | cm       | 2 N    |

|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 11.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 69.90  | dt/ha ZE   | 175 N  |
| 07.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 05.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 69.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 28.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 16.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 17.09.95 | Aussaat   | W-Gerste          | 60.00  | dt/ha ZE   | 150 N  |
| 11.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 03.08.96 | Ernte     |                   | 60.00  | dt/ha      | 0 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 33     |
| SCHLAG   | 4103      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 10.11.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 20.04.91 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525 N  |
| 20.04.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 28.04.91 | Aussaat   | Silomais          | 354.00 | dt/ha ZE   | 124 N  |
| 28.04.91 | min. Dng. | AHL               | 73.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 17.10.91 | Ernte     |                   | 354.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 25.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 38.10  | dt/ha ZE   | 95 N   |
| 25.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 08.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 08.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 66.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 03.08.92 | Ernte     |                   | 38.10  | dt/ha      | 0 N    |
| 24.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 17.09.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 17.09.92 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 16.10.92 | Bearbeit. |                   | 28.00  | cm         | 3 N    |
| 03.04.93 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 578.00 | dt/ha ZE   | 289 N  |
| 09.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 64.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 10.11.93 | Ernte     |                   | 578.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 10.11.93 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142 N |
| 11.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 75.50  | dt/ha ZE   | 189 N  |
| 11.11.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 06.08.94 | Ernte     |                   | 75.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 10.08.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 02.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 16.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 16.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 75.50  | dt/ha ZE   | 189 N  |
| 01.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 24.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 25.07.95 | Ernte     |                   | 75.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.10.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 26.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 74.50  | dt/ha ZE   | 186 N  |
| 03.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 49.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 24.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.08.96 | Ernte     |                   | 74.50  | dt/ha      | 0 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 34     |
| SCHLAG   | 4271      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 15.08.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 29.08.90 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 30.08.90 | Aussaat   | Winterraps        | 36.50  | dt/ha ZE   | 230 N  |
| 13.03.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 98.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 12.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 74.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 05.08.91 | Ernte     |                   | 36.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.08.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 24.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 24.09.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 48.40  | dt/ha ZE   | 121 N  |
| 02.04.92 | min. Dng. | AHL               | 48.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.92 | min. Dng. | AHL               | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 13.05.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |



|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 02.08.92 | Ernte     |                   | 48.40  | dt/ha      | 0 N    |
| 03.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 12.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 19.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 44.90  | dt/ha ZE   | 112 N  |
| 15.04.93 | min. Dng. | AHL               | 53.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 40.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 03.07.93 | Ernte     |                   | 44.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 09.07.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 10.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 26.08.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 30.08.93 | Aussaat   | Winterraps        | 37.30  | dt/ha ZE   | 235 N  |
| 10.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 115.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.07.94 | Ernte     |                   | 37.30  | dt/ha      | 0 N    |
| 08.08.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 28.09.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 28.09.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 78.60  | dt/ha ZE   | 197 N  |
| 08.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 02.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 74.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 78.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 24.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 10.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 13.09.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 13.09.95 | Aussaat   | W-Gerste          | 46.00  | dt/ha ZE   | 115 N  |
| 09.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 60.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.07.96 | Ernte     |                   | 46.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.07.96 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 250.00 | dt/ha      | 2000 N |
| 30.07.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
|          |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        |            |        |
|          |           |                   |        | Seite      | 35     |
| SCHLAG   | 4243      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
|          |           |                   |        |            |        |
| 15.11.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3 N    |
| 12.04.91 | Aussaat   | Sp.Kart.          | 220.00 | dt/ha ZE   | 88 N   |
| 16.04.91 | min. Dng. | Ammoniumsulfat    | 110.00 | kgN/ha     | 75 N   |
| 05.10.91 | Ernte     |                   | 220.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 17.11.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 19.11.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 44.70  | dt/ha ZE   | 112 N  |
| 07.04.92 | min. Dng. | AHL               | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 04.05.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 28.07.92 | Ernte     |                   | 44.70  | dt/ha      | 0 N    |
| 29.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 18.09.92 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2 N    |
| 22.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 22.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 65.90  | dt/ha ZE   | 165 N  |
| 09.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.05.93 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 35.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 08.07.93 | Ernte     |                   | 65.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 30.09.93 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 01.10.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 10.04.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 19.04.94 | Aussaat   | Sonnenblume       | 24.00  | dt/ha ZE   | 101 N  |
| 19.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 10.05.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 60.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 04.10.94 | Ernte     |                   | 24.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 19.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 20.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 79.00  | dt/ha ZE   | 198 N  |
| 06.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 56.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 02.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 74.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 07.06.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 48.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 79.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 20.09.95 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 15.04.96 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525 N  |
| 15.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 25.04.96 | Aussaat   | Silomais          | 420.00 | dt/ha ZE   | 147 N  |
| 25.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 23.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 82.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.09.96 | Ernte     |                   | 420.00 | dt/ha      | 0 N    |

|          |           |                   |        |            |       |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|--------|
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 36     |
| SCHLAG   | 4262      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |        |
| 10.11.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         |       | 3 N    |
| 15.03.91 | Aussaat   | Sommergerste      | 66.30  | dt/ha ZE   |       | 166 N  |
| 22.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 38.00  | kgN/ha     |       | 50 N   |
| 05.08.91 | Ernte     |                   | 66.30  | dt/ha      |       | 0 N    |
| 13.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 13.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 13.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 55.20  | dt/ha ZE   |       | 138 N  |
| 28.02.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 62.50  | kgN/ha     |       | 50 N   |
| 12.05.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 13.07.92 | Ernte     |                   | 55.20  | dt/ha      |       | 0 N    |
| 25.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 25.04.93 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   |       | 68 N   |
| 17.07.93 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      |       | 0 N    |
| 17.07.93 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      |       | 901 N  |
| 20.10.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 23.10.93 | Bearbeit. |                   | 18.00  | cm         |       | 2 N    |
| 25.10.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 25.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 83.10  | dt/ha ZE   |       | 208 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     |       | 50 N   |
| 06.08.94 | Ernte     |                   | 83.10  | dt/ha      |       | 0 N    |
| 06.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 13.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         |       | 2 N    |
| 15.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 15.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 82.80  | dt/ha ZE   |       | 207 N  |
| 03.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 24.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 12.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     |       | 50 N   |
| 20.07.95 | Ernte     |                   | 82.80  | dt/ha      |       | 0 N    |
| 15.04.96 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      |       | 525 N  |
| 15.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 25.04.96 | Aussaat   | Silomais          | 420.00 | dt/ha ZE   |       | 147 N  |
| 25.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 30.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 95.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 30.09.96 | Ernte     |                   | 420.00 | dt/ha      |       | 0 N    |
| 05.10.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 37     |
| SCHLAG   | 4031      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |        |
| 15.11.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         |       | 2 N    |
| 20.04.91 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      |       | 525 N  |
| 20.04.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 04.05.91 | Aussaat   | Silomais          | 480.00 | dt/ha ZE   |       | 168 N  |
| 31.05.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 90.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 15.10.91 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      |       | 0 N    |
| 20.10.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 22.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 30.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 30.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 49.50  | dt/ha ZE   |       | 124 N  |
| 08.04.92 | min. Dng. | AHL               | 47.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 30.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 07.08.92 | Ernte     |                   | 49.50  | dt/ha      |       | 0 N    |
| 22.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 23.10.92 | Bearbeit. |                   | 28.00  | cm         |       | 3 N    |
| 31.03.93 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 528.00 | dt/ha ZE   |       | 264 N  |
| 31.03.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         |       | 1 N    |
| 11.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 74.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |
| 01.10.93 | Ernte     |                   | 528.00 | dt/ha      |       | 0 N    |
| 01.10.93 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      |       | 1142 N |
| 08.10.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         |       | 2 N    |
| 08.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 67.10  | dt/ha ZE   |       | 168 N  |
| 17.10.93 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      |       | 3200 N |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     |       | 100 N  |

|          |           |                   |        |            |       |   |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|---|
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50    | N |
| 16.08.94 | Ernte     |                   | 67.10  | dt/ha      | 0     | N |
| 20.08.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 01.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N |
| 14.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 14.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 71.30  | dt/ha ZE   | 178   | N |
| 02.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 22.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 15.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50    | N |
| 20.07.95 | Ernte     |                   | 71.30  | dt/ha      | 0     | N |
| 12.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 30.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 30.10.95 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525   | N |
| 20.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 25.04.96 | Aussaat   | Silomais          | 415.00 | dt/ha ZE   | 145   | N |
| 27.04.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 46.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 15.09.96 | Ernte     |                   | 415.00 | dt/ha      | 0     | N |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 38    |   |
| SCHLAG   | 4032      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |   |
| 09.11.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 60.20  | dt/ha ZE   | 151   | N |
| 26.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 05.05.93 | min. Dng. | AHL               | 61.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 14.08.93 | Ernte     |                   | 60.20  | dt/ha      | 0     | N |
| 25.08.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 10.10.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N |
| 22.04.94 | Aussaat   | Sonnenblume       | 21.00  | dt/ha ZE   | 88    | N |
| 22.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 10.05.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 69.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 01.10.94 | Ernte     |                   | 21.00  | dt/ha      | 0     | N |
| 05.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 17.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 17.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 63.90  | dt/ha ZE   | 160   | N |
| 08.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 24.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 60.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 29.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50    | N |
| 15.08.95 | Ernte     |                   | 63.90  | dt/ha      | 0     | N |
| 25.09.95 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525   | N |
| 28.09.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 02.10.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 02.10.95 | Aussaat   | W-Weizen          | 77.70  | dt/ha ZE   | 194   | N |
| 21.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 44.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 28.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 35.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 13.06.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 35.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 27.08.96 | Ernte     |                   | 77.70  | dt/ha      | 0     | N |
| ----     |           |                   |        | Seite      | 39    |   |
| SCHLAG   | 4201      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |   |
| 01.04.91 | Aussaat   | Luzerne(mehrj.)   | 150.00 | dt/ha ZE   | 89    | N |
| 20.05.91 | Zwi.ernte |                   | 160.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 20.06.91 | Zwi.ernte |                   | 200.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 31.07.91 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 10.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N |
| 16.10.91 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N |
| 16.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 39.50  | dt/ha ZE   | 99    | N |
| 07.04.92 | min. Dng. | AHL               | 47.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 22.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 61.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 28.07.92 | Ernte     |                   | 39.50  | dt/ha      | 0     | N |
| 05.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N |
| 29.10.92 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N |
| 02.11.92 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3     | N |
| 31.03.93 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 568.00 | dt/ha ZE   | 284   | N |
| 07.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 78.00  | kgN/ha     | 100   | N |
| 01.10.93 | Bearbeit. |                   | 18.00  | cm         | 2     | N |
| 25.10.93 | Ernte     |                   | 568.00 | dt/ha      | 0     | N |
| 25.10.93 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N |

|          |           |                   |        |            |       |    |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|----|
| 03.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 72.00  | dt/ha ZE   | 180   | N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 07.08.94 | Ernte     |                   | 72.00  | dt/ha      | 0     | N  |
| 20.08.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 30.08.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 21.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 21.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 80.50  | dt/ha ZE   | 201   | N  |
| 03.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 23.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 12.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 25.07.95 | Ernte     |                   | 80.50  | dt/ha      | 0     | N  |
| 27.07.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 01.04.96 | Aussaat   | Gras              | 150.00 | dt/ha ZE   | 68    | N  |
| 18.07.96 | Ernte     |                   | 150.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 18.07.96 | org. Dng. | Gruendgng(6%C)    | 150.00 | dt/ha      | 901   | N  |
| 18.08.96 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
|          |           |                   |        |            |       |    |
|          |           |                   |        |            |       |    |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 40 |
| SCHLAG   | 4092      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 25.08.90 | Aussaat   | Winterraps        | 35.70  | dt/ha ZE   | 225   | N  |
| 18.03.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 91.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 11.04.91 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 94.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 05.08.91 | Ernte     |                   | 35.70  | dt/ha      | 0     | N  |
| 30.08.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 18.10.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 18.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 44.80  | dt/ha ZE   | 112   | N  |
| 10.03.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 08.05.92 | min. Dng. | AHL               | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 24.07.92 | Ernte     |                   | 44.80  | dt/ha      | 0     | N  |
| 25.08.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 19.10.92 | Bearbeit. |                   | 28.00  | cm         | 3     | N  |
| 01.04.93 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 523.50 | dt/ha ZE   | 262   | N  |
| 09.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 99.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 30.09.93 | Ernte     |                   | 523.50 | dt/ha      | 0     | N  |
| 30.09.93 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N  |
| 02.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 69.90  | dt/ha ZE   | 175   | N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 04.08.94 | Ernte     |                   | 69.90  | dt/ha      | 0     | N  |
| 22.08.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 15.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 18.09.94 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 18.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 70.10  | dt/ha ZE   | 175   | N  |
| 02.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 04.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 61.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 25.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 15.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 25.07.95 | Ernte     |                   | 70.10  | dt/ha      | 0     | N  |
| 15.11.95 | Bearbeit. |                   | 30.00  | cm         | 3     | N  |
| 19.04.96 | Aussaat   | Zuckerruebe       | 480.00 | dt/ha ZE   | 240   | N  |
| 19.04.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 28.05.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 79.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 30.10.96 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 30.10.96 | org. Dng. | Rübenblatt        | 300.00 | dt/ha      | 1142  | N  |
|          |           |                   |        |            |       |    |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 41 |
| SCHLAG   | 4284      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 13.11.90 | Aussaat   | W-Weizen          | 64.50  | dt/ha ZE   | 161   | N  |
| 13.11.90 | Bearbeit. |                   | 22.00  | cm         | 2     | N  |
| 15.03.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 53.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 28.04.91 | min. Dng. | Harnstoff         | 38.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 27.08.91 | Ernte     |                   | 64.50  | dt/ha      | 0     | N  |



|          |           |                   |        |            |        |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|--------|
| 17.09.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 17.09.91 | Aussaat   | W-Gerste          | 54.90  | dt/ha ZE   | 137 N  |
| 29.02.92 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.50  | kgN/ha     | 50 N   |
| 22.04.92 | min. Dng. | AHL               | 46.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.07.92 | Ernte     |                   | 54.90  | dt/ha      | 0 N    |
| 15.09.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 17.09.92 | Aussaat   | W-Gerste          | 63.60  | dt/ha ZE   | 159 N  |
| 05.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 21.04.93 | min. Dng. | AHL               | 49.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 21.07.93 | Ernte     |                   | 63.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 30.07.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 20.04.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200 N |
| 22.04.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 28.04.94 | Aussaat   | Silomais          | 480.00 | dt/ha ZE   | 168 N  |
| 30.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 112.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 01.10.94 | Ernte     |                   | 480.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 05.10.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 11.10.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 11.10.94 | Aussaat   | W-Weizen          | 73.50  | dt/ha ZE   | 184 N  |
| 08.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 06.05.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 41.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 20.08.95 | Ernte     |                   | 73.50  | dt/ha      | 0 N    |
| 27.08.95 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 31.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 31.08.95 | Aussaat   | Winterraps        | 32.00  | dt/ha ZE   | 202 N  |
| 05.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 133.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 19.08.96 | Ernte     |                   | 32.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 25.08.96 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| ----     |           |                   |        |            | Seite  |
|          |           |                   |        |            | 42     |
| SCHLAG   | 4281      |                   |        | Datenbank: | BETR1  |
| 20.10.90 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525 N  |
| 30.10.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 30.04.91 | Aussaat   | Silomais          | 560.00 | dt/ha ZE   | 196 N  |
| 30.04.91 | min. Dng. | AHL               | 100.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.04.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 03.10.91 | Ernte     |                   | 560.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 05.10.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 15.10.91 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 19.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 44.00  | dt/ha ZE   | 110 N  |
| 07.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 61.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.07.92 | Ernte     |                   | 44.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 01.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 28.10.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 28.02.93 | org. Dng. | GefguelleTS150    | 300.00 | dt/ha      | 1575 N |
| 30.04.93 | Aussaat   | Silomais          | 560.00 | dt/ha ZE   | 196 N  |
| 30.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 99.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 30.04.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 11.10.93 | Ernte     |                   | 560.00 | dt/ha      | 0 N    |
| 21.10.93 | Bearbeit. |                   | 18.00  | cm         | 2 N    |
| 27.10.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1 N    |
| 27.10.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 63.60  | dt/ha ZE   | 159 N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 30.07.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 05.08.94 | Ernte     |                   | 63.60  | dt/ha      | 0 N    |
| 10.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2 N    |
| 13.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 75.00  | dt/ha ZE   | 188 N  |
| 03.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 25.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100 N  |
| 12.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50 N   |
| 20.07.95 | Ernte     |                   | 75.00  | dt/ha      | 0 N    |
| 23.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2 N    |
| 29.08.95 | Aussaat   | Winterraps        | 32.00  | dt/ha ZE   | 202 N  |
| 04.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 149.00 | kgN/ha     | 100 N  |
| 19.08.96 | Ernte     |                   | 32.00  | dt/ha      | 0 N    |

|          |           |                   |        |            |       |    |
|----------|-----------|-------------------|--------|------------|-------|----|
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 43 |
| SCHLAG   | 4282      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 20.10.90 | org. Dng. | RindguelleTS_50   | 300.00 | dt/ha      | 525   | N  |
| 30.10.90 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 30.04.91 | Aussaat   | Silomais          | 560.00 | dt/ha ZE   | 196   | N  |
| 30.04.91 | min. Dng. | AHL               | 100.00 | kgN/ha     | 100   | N  |
| 30.04.91 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 03.10.91 | Ernte     |                   | 560.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 05.10.91 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 15.10.91 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 19.10.91 | Aussaat   | W-Weizen          | 44.00  | dt/ha ZE   | 110   | N  |
| 07.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 30.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 48.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 31.07.92 | Ernte     |                   | 44.00  | dt/ha      | 0     | N  |
| 01.09.92 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 28.10.92 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 28.02.93 | org. Dng. | GeflguelleTS150   | 300.00 | dt/ha      | 1575  | N  |
| 30.04.93 | Aussaat   | Silomais          | 560.00 | dt/ha ZE   | 196   | N  |
| 30.04.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 99.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 30.04.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 11.10.93 | Ernte     |                   | 560.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 21.10.93 | Bearbeit. |                   | 18.00  | cm         | 2     | N  |
| 27.10.93 | Bearbeit. |                   | 10.00  | cm         | 1     | N  |
| 01.11.93 | Aussaat   | W-Weizen          | 68.10  | dt/ha ZE   | 170   | N  |
| 30.03.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 62.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 25.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 55.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 31.05.94 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 58.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 27.07.94 | Ernte     |                   | 68.10  | dt/ha      | 0     | N  |
| 30.07.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 07.09.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 13.09.94 | Aussaat   | W-Gerste          | 75.00  | dt/ha ZE   | 188   | N  |
| 03.03.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 51.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 25.04.95 | min. Dng. | Harnstoff         | 59.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 12.05.95 | min. Dng. | Kalkammonsalpeter | 54.00  | kgN/ha     | 50    | N  |
| 20.07.95 | Ernte     |                   | 75.00  | dt/ha      | 0     | N  |
| 23.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 29.08.95 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 29.08.95 | Aussaat   | Winterraps        | 32.00  | dt/ha ZE   | 202   | N  |
| 04.03.96 | min. Dng. | Harnstoff         | 149.00 | kgN/ha     | 100   | N  |
| 19.08.96 | Ernte     |                   | 32.00  | dt/ha      | 0     | N  |
| ----     |           |                   |        | Seite      |       | 44 |
| SCHLAG   | 4242      |                   |        | Datenbank: | BETR1 |    |
| 15.11.90 | Bearbeit. |                   | 25.00  | cm         | 3     | N  |
| 11.04.91 | Aussaat   | Sp.Kart.          | 220.00 | dt/ha ZE   | 88    | N  |
| 15.04.91 | min. Dng. | Ammoniumsulfat    | 110.00 | kgN/ha     | 75    | N  |
| 05.10.91 | Ernte     |                   | 220.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 09.04.92 | min. Dng. | Harnstoff         | 75.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 20.04.92 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 300.00 | dt/ha      | 2400  | N  |
| 20.04.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 02.05.92 | Aussaat   | Silomais          | 400.00 | dt/ha ZE   | 140   | N  |
| 02.05.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 15.09.92 | Ernte     |                   | 400.00 | dt/ha      | 0     | N  |
| 02.10.92 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 02.10.92 | Aussaat   | W-Weizen          | 47.90  | dt/ha ZE   | 120   | N  |
| 10.03.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 43.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 04.05.93 | min. Dng. | Harnstoff         | 50.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 19.08.93 | Ernte     |                   | 47.90  | dt/ha      | 0     | N  |
| 31.08.93 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 03.09.93 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |
| 21.09.93 | Aussaat   | W-Gerste          | 75.00  | dt/ha ZE   | 188   | N  |
| 17.02.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 52.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 20.04.94 | min. Dng. | Harnstoff         | 57.00  | kgN/ha     | 100   | N  |
| 30.06.94 | Ernte     |                   | 75.00  | dt/ha      | 0     | N  |
| 18.07.94 | org. Dng. | STM,svr(8%C)      | 400.00 | dt/ha      | 3200  | N  |
| 03.08.94 | Bearbeit. |                   | 15.00  | cm         | 2     | N  |
| 23.08.94 | Bearbeit. |                   | 20.00  | cm         | 2     | N  |



|          |           |            |        |          |       |
|----------|-----------|------------|--------|----------|-------|
| 29.08.94 | Aussaat   | Winterraps | 34.10  | dt/ha ZE | 215 N |
| 24.02.95 | min. Dng. | Harnstoff  | 156.00 | kgN/ha   | 100 N |
| 31.07.95 | Ernte     |            | 34.10  | dt/ha    | 0 N   |
| 31.07.95 | Bearbeit. |            | 15.00  | cm       | 2 N   |
| 05.10.95 | Bearbeit. |            | 15.00  | cm       | 2 N   |
| 05.10.95 | Aussaat   | W-Weizen   | 74.30  | dt/ha ZE | 186 N |
| 20.03.96 | min. Dng. | Harnstoff  | 49.00  | kgN/ha   | 100 N |
| 22.05.96 | min. Dng. | Harnstoff  | 52.00  | kgN/ha   | 100 N |
| 02.09.96 | Ernte     |            | 74.30  | dt/ha    | 0 N   |
|          |           |            |        |          |       |
|          |           |            |        |          |       |

## **Anlage 11.3**

### **Das Datenmodell CANDY&GIS**

## Das Datenmodell von CANDY&GIS

Abbildung 1 gibt eine Übersicht über die Inhalte und deren Verknüpfungen in der Datenbank. Auf der höchsten Aggregationsebene befinden sich die **Regionen** mit folgenden Attributen:

| Attribut  | Bedeutung           |
|-----------|---------------------|
| region_id | Index               |
| name      | Bezeichner          |
| beschreib | beschreibender Text |
| area      | Gesamtfläche        |
| shapefile | SHP-File als BLOB   |
| shxfile   | SHX-File als BLOB   |

Die Definition einer Region setzt eine Reihe von Vorarbeiten im GIS voraus (s.a. Abb. 2). Es muß ein fertig bearbeiteter Verschnitt mit einer Reihe vorgegebener Attribute aus Boden, Wetter und Nutzung vorliegen, der als Shape-file unter ARC/VIEW exportiert wird. Das shp und shx file wird als binäres Abbild gespeichert (BLOB= binary large object). Das dbf-file dient als Grundlage zum Aufbau der Tabelle **GeoWerte**

| Attribut   | Bedeutung                                                                 | zugeordnetes dBASE-Feld |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| region_id  | link zu <b>Regionen</b>                                                   | -                       |
| geowert_id | Index                                                                     | -                       |
| boden      | Bezeichner der Bodenformgesellschaft                                      | BODEN                   |
| wetter     | Verweis auf eine virtuelle Wetterstation                                  | WETTER                  |
| r_faktor   | Relation der Patch-spezifischen Niederschlagsintensität zur Wetterstation | R_FAKTOR                |
| gebiet     | CANDY-Datenbankbezeichner                                                 | GEBIET                  |
| parzelle   | Schlagbezeichnung in den CANDY-Festdaten                                  | PARZELLE                |
| flaeche    | Patch-Fläche                                                              | AREA                    |
| patch      | lfd. Index nur für diese Region                                           | PATCH                   |

Der durch *boden* referenzierte Inhalt muß in den Tabellen **STRProfile**, **PROFILxHORIZ** und **Horizonte2** mit den entsprechenden Parametern untersetzt werden.

Das Attribut *wetter* stellt die Verbindung zur Wetterdatenbank her und bezeichnet dort eine ‚virtuelle Wetterstation‘. Das entsprechende Attribut in der Tabelle Standort (der Wetterdatenbank) heißt *KurzBez*.

Ein Simulationsszenario wird einer Region zugeordnet und besteht im wesentlichen aus einer Zeitreihe der Bodennutzung für alle in **GeoWerte** definierten Kombinationen aus *gebiet* und *parzelle*, die der jeweiligen Region zugeordnet sind. Die Definition eines Szenarios umfaßt dementsprechend den Import der notwendigen Dateien (\*.MAS, \*.FDA) aus einer lokalen CANDY-Umgebung und die Ergänzung eines Datensatzes in der Tabelle **Szenario** :

| Attribut    | Bedeutung                                                                      |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| region_id   | link zu <b>Regionen</b>                                                        |
| szenario_id | Index                                                                          |
| problem     | Bezeichnung des Szenario                                                       |
| beschreib   | beschreibender Text                                                            |
| anfang      | Datum: Beginn der Simulation                                                   |
| ende        | Datum: Ende der Simulation                                                     |
| following   | Verknüpfung mit der <i>szenario_id</i> , welche die Vorgeschichte dokumentiert |
| stcfile     | Status am Ende der Simulation (BLOB)                                           |

Bei der Definition ist abzusichern, daß für den Bereich von *anfang* bis *ende* sowohl Wetterdaten als auch Bewirtschaftungsmaßnahmen verfügbar sind. Die Attribute *following* und *stcfile* ermöglichen die Verknüpfung eines vorangegangenen Szenarios mit einem oder mehreren Folgeszenarien.

Der **Szenario** Tabelle sind eine Reihe weiterer Tabellen untergeordnet. Über **CDYDABA**, **CDYMAS** und **CDYFDA** erfolgt die Verwaltung der bei der Szenario-Definition importierten CANDY-Daten. Die Struktur von **CDYMAS** und **CDYFDA** entspricht den lokalen MAS- und FDA -Tabellen. Das zusätzlich definierte Attribut *plot\_id* verbindet beide Tabellen mit einem eindeutigen Index. In **CDYMAS** befindet sich zusätzlich zu den Attributen des lokalen Systems ein Zeiger auf den Index von **CDYDABA** (*db\_id*). Das Attribut *name* entspricht genau dem 5-stelligen Bezeichner einer lokalen CANDY-Datenbank. Um die Bewirtschaftungsdaten im Klartext anzeigen zu können, enthält die Tabelle **Aktionen** im Attribut *name* den durch *macode* repräsentierten Bezeichner einer agrotechnischen Maßnahme.

Bei der Definition eines neuen Szenarios erfolgen eine Reihe von Aktionen in Vorbereitung auf die Simulation. Sie dienen zum einen der Datenprüfung im Sinne der Konsistenz und der Definition eindeutiger Simulationsobjekte. In Vorbereitung der Objektdefinition wird die Tabelle **CDYxGIS** aktualisiert, deren Inhalt sich weitgehend aus **GeoWerte** ableitet.

| Attribut    | Bedeutung                                                                                                                                                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| cdy_id      | Index                                                                                                                                                                     |
| szenario_id | link zu <b>Szenario</b>                                                                                                                                                   |
| geowert_id  | link zu <b>GeoWerte</b>                                                                                                                                                   |
| wetter      | Bezeichnung der Wetterstatio                                                                                                                                              |
| nutzung     | Kombination aus CANDY-Datenbank + Schlagindex (10 stellige Zeichenkette); entspricht <i>gebiet</i> ( <b>GeoWerte</b> ) sowie Schlagnummer + Unterteilung in den Festdaten |
| str_typ     | Zeiger auf Bodeneigenschaften; entspricht <i>boden</i> in <b>GeoWerte</b>                                                                                                 |

Bei der Dokumentation der Bodendaten wird von Bodenformgesellschaften ausgegangen, in denen mehrere Bodenprofile mit unterschiedlicher Repräsentanz auftreten. Die Zuordnung der Bodenprofile zu einer Bodenformgesellschaft erfolgt durch die Tabelle **STRProfile** mit den Attributen: *str\_typ* (Index, entspricht *boden* in **GeoWerte**), *profil* (Referenz zum Profilaufbau in **PROFILxHORIZ**) und *gewicht* (Wichtung des speziellen Profils in der Bodenformgesellschaft). Der Aufbau eines Profils aus einzelnen Horizonten und die bodenphysikalischen Parameter der jeweiligen Horizonte sind in zwei separaten Tabellen gespeichert: **Horizonte2** enthält neben den bereits im lokalen CANDY-System definierten Attributen noch den Ton- (*clay*) und Schluffgehalt (*silt*) für die jeweiligen Horizonte. **PROFILxHORIZ** enthält den Profilaufbau, wobei *horizont* die Untergrenze des jeweiligen Horizontes angibt.

Die Tabelle **CANDYxGIS** enthält alle geographisch definierten Simulationsobjekte und einen Teil der Parameter für den Aufruf des CANDY-Modells. Im Sinne des Modellaufrufs ist das Attribut *str\_typ* infolge der Bodenvergesellschaftung nicht immer eindeutig definiert, sondern verweist meist auf mehrere Profilen, für die jeweils eine separate Simulation notwendig ist. Die Ergebnisse der einzelnen Simulationen werden später als gewogenes Mittel den geographisch definierten Objekten zugewiesen und im GIS dargestellt.

Die eindeutig durch Nutzung, Wetter, Niederschlagsintensität und Bodenprofil definierten Simulationsobjekte befinden sich in der Tabelle **Objekt\_Gew**:

| Attribut         | Bedeutung                                                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>cdy_id</i>    | Verweis auf einen Datensatz in <b>CDYxGIS</b> (geographisches Objekt)                                            |
| <i>objekt_id</i> | Index der logisch eindeutigen Simulationsobjekte, für jedes dieser Objekte wird ein Simulationslauf durchgeführt |
| <i>profil</i>    | Bodenprofil für das Simulationsobjektes ( Nutzung und Wetter folgen aus <b>CDYxGIS</b> )                         |
| <i>gewicht</i>   | Wichtung des Simulationsobjektes im geographischen Objekt                                                        |

Die Simulationsergebnisse werden in der Tabelle **Ergebnis** gespeichert:

| Attribut          | Bedeutung                                                                                                                                             |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>merkmal_id</i> | Verweis auf einen Datensatz in <b>Merkmal</b> (dort ist eine ausführliche Beschreibung aus Bezeichner, Maßeinheit und weiteren Einzelheiten abgelegt) |
| <i>objekt_id</i>  | link zu <b>Objekt_Gew</b>                                                                                                                             |
| <i>datum</i>      | Terminangabe                                                                                                                                          |
| <i>wert</i>       | Simulationsergebnis                                                                                                                                   |



Bei der Auswertung der Simulation kann eine kartographische Darstellung der Ergebnisse erfolgen. Dazu wird ein Eintrag aus der Tabelle **Merkmal** ausgewählt

| Attribut   | Bedeutung                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| merkmal_id | Index                                                                                                                     |
| name       | Bezeichner des Merkmals                                                                                                   |
| einheit    | Maßeinheit                                                                                                                |
| kurzbez    | Abkürzung (fakultativ)                                                                                                    |
| fehlwert   | Darstellung nicht vorhandener Werte (z.Zt. nicht aktiv)                                                                   |
| typ        | Erfolgt die Aggregation als Summe oder Mittelwert ?                                                                       |
| objektnr   | CANDY-interner Index                                                                                                      |
| faktor     | Multiplikationsfaktor der Urdaten                                                                                         |
| method     | Methode zur Datengenerierung für die Kartendarstellung von Größen, die nicht als direkte Simulationsergebnisse bestehen   |
| diagram    | Methode zur Datengenerierung für die Diagrammdarstellung von Größen, die nicht als direkte Simulationsergebnisse bestehen |

Die Einfärbung der geographischen Objekte erfolgt entweder mit Standard-Paletten oder es wird eine spezielle Skalierung abgespeichert. Dies erfolgt in der Tabelle **MappingUnits**:

| Attribut | Bedeutung     |
|----------|---------------|
| mapu_id  | Index         |
| color_id | Farbindex     |
| klasse   | Klassenindex  |
| unten    | untere Grenze |
| oben     | obere Grenze  |

Eine Verbindung der Paletten mit dem entsprechenden Merkmal und einem Szenario erfolgt in der Tabelle **SZExMKL**.

### Wetterdaten

Parallel zu der hier beschriebenen Datenbank existiert eine Wetterdatenbank, die unter anderem die für die CANDY-Simulation erforderlichen Wetterdaten (Lufttemperatur, Globalstrahlung oder Sonnenscheindauer und Niederschlag) als Tageswerte enthält. Die Zeitreihen aller erfaßten meteorologischen Elemente sind dabei einer realen Wetterstation zugeordnet. Aus verschiedenen Gründen – häufig infolge des Ausfalls eines oder mehrerer Sensoren - kann es erforderlich sein, den Datensatz für die CANDY - Simulation aus den Meßwerten verschiedener Stationen zusammenzufügen. Dazu enthält die Wetter-Datenbank eine Tabelle mit virtuellen Stationen, die durch das Wetter-Attribut der **GeoWerte**-Tabelle referenziert werden. In einer speziellen Referenzliste wird für diese virtuellen Stationen ein Datenbestand in der Form: *Anfang, Ende, Element, Wetterstation* zusammengesetzt. Auf diese Weise können nicht nur Fehlstellen überbrückt werden, sondern es können die häufig in höherer räumlicher Dichte vorhandenen Niederschlagsmeßstellen problemlos für den Aufbau des Datenbestandes herangezogen werden.

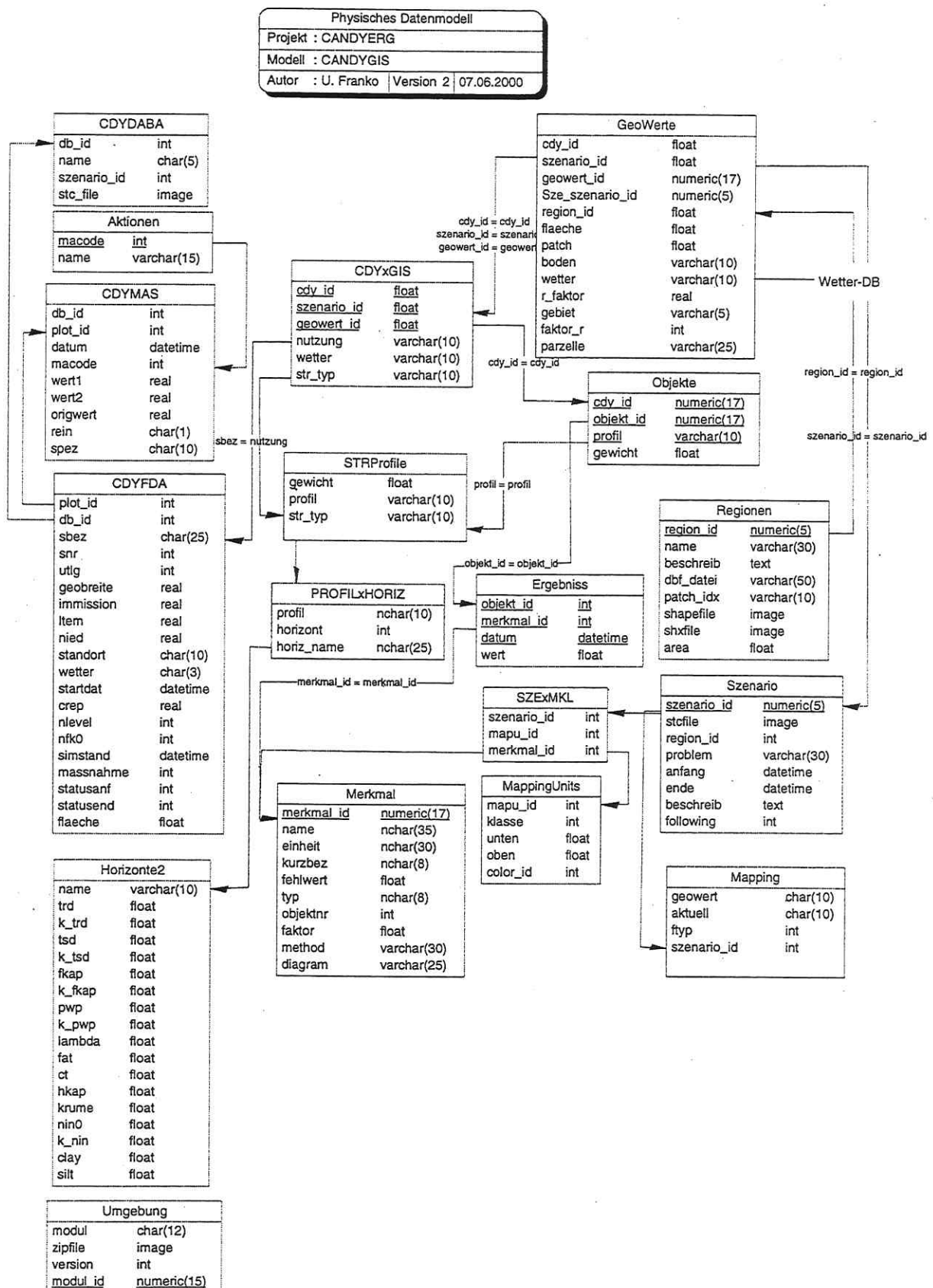


Abb. 1: Tabellen und Verknüpfungen in der CANDYGIS-Datenbank

## **Organisation der Simulation**

Die Simulation erfolgt auf mehreren vernetzten PC's, auf denen jeweils ein lokales CANDY-System arbeitet und seine Ergebnisdaten auf einem zentralen Fileserver ablegt (vgl. Abb. 2). Dazu ist die erforderliche Simulationsumgebung bestehend aus Wetterdaten, Festdaten, Maßnahmedaten und Parameterdaten sowie eine Liste mit allen zu behandelnden Simulationsobjekten herzustellen. Dieser Arbeitsschritt wird ebenso wie der oben erläuterte Aufbau des Datenbestands durch eine unter DELPHI entwickelte Anwenderoberfläche unterstützt. Der Nutzer wählt hier nur noch Region, Szenario und aufzuzeichnende Merkmale (Zustandsgrößen) sowie spezielle Einstellungen für die Simulation aus und veranlaßt das System zur Erzeugung der erforderlichen Datenbestände auf dem Fileserver, von dem ausgehend die Abarbeitung der Simulationsliste organisiert wird. Auf jedem Simulationsrechner wird ein Steuerprogramm gestartet, das zunächst die Simulationsumgebung vom Server auf ein lokales temporäres Verzeichnis überträgt. Anschließend wird bis zur vollständigen Abarbeitung der zentralen Simulationsliste folgendes Schema durchlaufen:

- Suchen einer neuen Simulationsaufgabe,
- Start der lokalen CANDY-Simulation,
- Übertragung der Ergebnisdaten (ASCII-file) zum Server.

Jeder Datensatz der zentralen Liste wird dazu mit einer Statusinformation (neu, fertig oder fehlerhaft) und dem eindeutigen Bezeichner des Simulationsrechners gekennzeichnet.

## **Einlesen der Simulationsergebnisse und Ergebnisdarstellung**

Das Importieren der Ergebnisdateien (\*.res) wird im Menüpunkt Dateneingabe/Ergebnisse übernehmen gestartet. Hier ist das Verzeichnis mit der zentralen Simulationsliste anzugeben, auf deren Basis auch der Import der einzelnen Datensätze erfolgt. Nach dem Auffüllen der Ergebnistabelle kann eine Darstellung der Simulationsergebnisse erfolgen (Menüpunkt Datenausgabe)

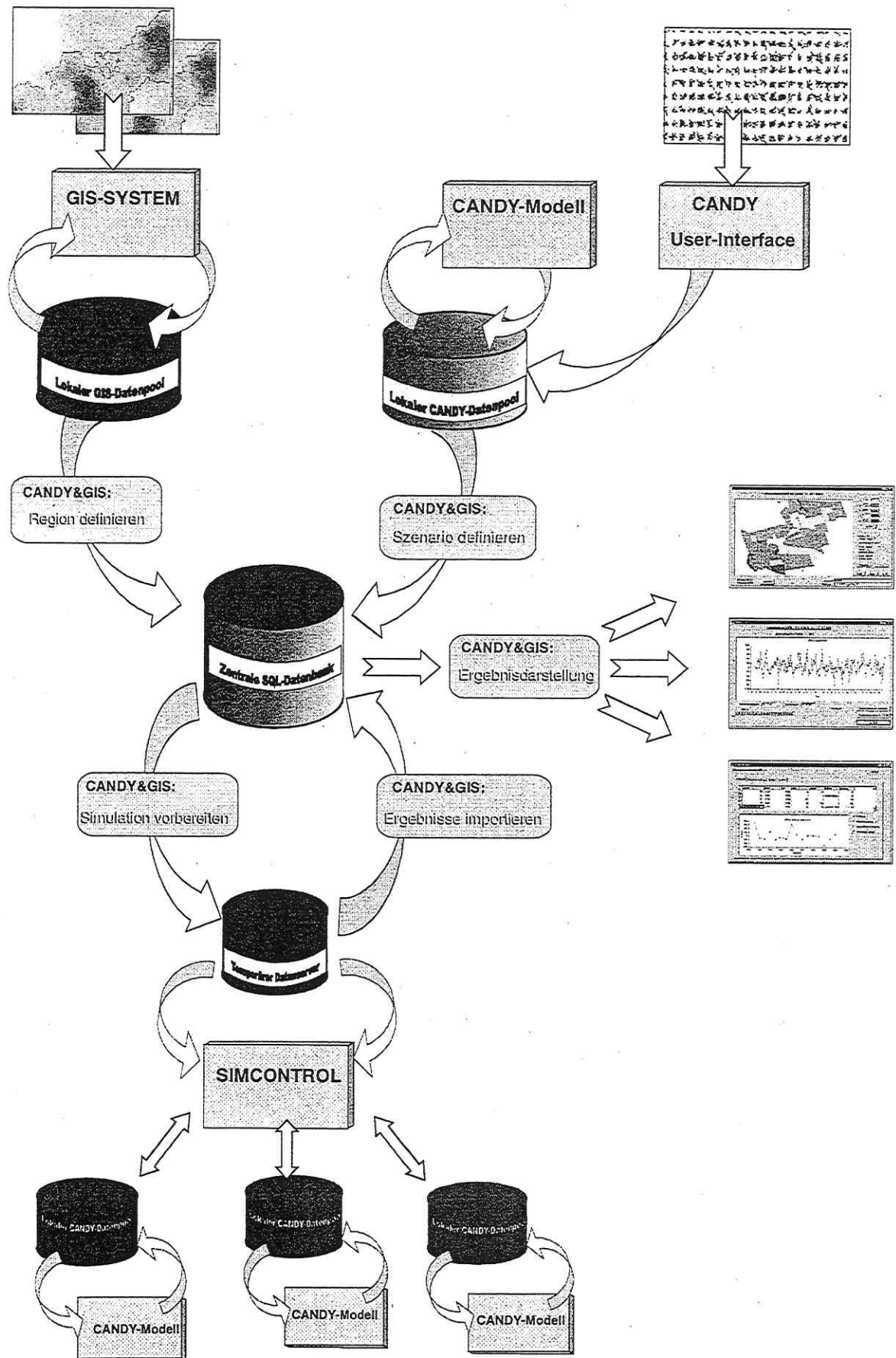


Abb. 2: Schematische Darstellung der Arbeitss mit dem System CANDY&GIS

## **Anlage 11.4**

### **Bodendaten**

| NAME     | N | PRF1  | W1 | PRF2  | W2 | PRF3  | W3 | PRF4  | W4 | PRF5  | W5 |
|----------|---|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| LÖ1A1    | 1 | ÖT    | 1  |       |    |       |    |       |    |       |    |
| LÖ1A2    | 2 | ÖT    | 1  | ÖW    | 1  |       | 0  |       |    |       |    |
| LÖ1A3    | 3 | ÖT    | 3  | ÖW    | 3  | ÖC    | 4  |       |    |       |    |
| LÖ1B1    | 1 | EÖT   | 1  |       |    |       |    |       |    |       |    |
| LÖ1B2    | 2 | ÖC    | 7  | EÖT   | 3  |       |    |       |    |       |    |
| LÖ1B4    | 2 | EÖZ   | 7  | EÖT   | 3  |       |    |       |    |       |    |
| LÖ1C4    | 2 | ÖLT   | 3  | ÖDT   | 2  |       |    |       |    |       |    |
| LÖ1C9(2) | 3 | ÖLT   | 2  | ÖMLT  | 2  | ÖDT   | 1  |       |    |       |    |
| LÖ2C6    | 4 | ÖT    | 1  | ÖDT   | 1  | SÖ/DC | 2  | KMC   | 1  |       |    |
| LÖ2D3(1) | 3 | ÖC    | 3  | ÖMLC  | 1  | EÖT   | 1  |       |    |       |    |
| LÖ2D3(2) | 4 | ÖC    | 2  | ÖMLC  | 1  | VÖMLC | 1  | VL/GC | 1  |       |    |
| LÖ2D4(2) | 5 | ÖMLT  | 1  | ÖMLC  | 1  | VÖMLT | 1  | VÖMLC | 1  | VL/GC | 1  |
| LÖ3A3    | 1 | ÖP    | 1  |       |    |       |    |       |    |       |    |
| LÖ3A4(2) | 2 | ÖP    | 3  | ÖC    | 2  |       |    |       |    |       |    |
| LÖ6C1(2) | 3 | ÖMLP  | 2  | VÖMLP | 2  | VL/GC | 1  |       |    |       |    |
| V2A5     | 3 | VL/GC | 3  | NL/GC | 1  | N/GC  | 1  |       |    |       |    |
| V2C4(1)  | 4 | VL/GC | 2  | VÖ/GC | 1  | VÖ/GT | 1  | EÖT   | 1  |       |    |



| NAME  | HANZ | H1 | HRZ1      | H2        | HRZ2 | H3 | HRZ3     | H4       | HRZ4 | H5      | HRZ5 |
|-------|------|----|-----------|-----------|------|----|----------|----------|------|---------|------|
| EÖT   | 5    |    | 3 APÖT    | 8 AH1ÖT   |      |    | 13 AH2ÖT | 18 CCÖT  |      | 20 UGM  |      |
| EÖZ   | 4    |    | 3 APÖT    | 7 ETEÖZ   |      |    | 10 BTEÖZ | 20 CGEÖZ |      |         |      |
| KMC   | 3    |    | 3 APKMC   | 10 AHKMC  |      |    | 20 CKMC  |          |      |         |      |
| N/GC  | 2    |    | 3 APG     | 10 CST    |      |    |          |          |      |         |      |
| NL/GC | 3    |    | 3 APNL    | 5 AHNL    |      |    | 10 CST   |          |      |         |      |
| SÖ/DC | 4    |    | 3 APSÖ/DC | 6 AHSÖ/DC |      |    | 12 CÖ/D  | 20 USWS  |      |         |      |
| VL/GC | 3    |    | 3 APVL    | 5 AHVL    |      |    | 10 CST   |          |      |         |      |
| VÖ/GC | 3    |    | 3 APVÖ    | 5 CCVÖ    |      |    | 10 CST   |          |      |         |      |
| VÖ/GT | 3    |    | 3 APVÖ    | 5 AHVÖ    |      |    | 10 CST   |          |      |         |      |
| VÖMLC | 4    |    | 3 APVÖ    | 6 CCVÖ    |      |    | 10 CÖML  | 20 UFL   |      |         |      |
| VÖMLT | 4    |    | 3 APVÖ    | 6 AHVÖ    |      |    | 10 CÖML  | 20 UFL   |      |         |      |
| Ö/DT  | 4    |    | 3 APÖT    | 7 AH1ÖT   |      |    | 15 CÖ/D  | 20 USWS  |      |         |      |
| Ö/LT  | 4    |    | 3 APÖT    | 7 AH1ÖT   |      |    | 15 CÖ/L  | 20 UGM   |      |         |      |
| ÖVLC  | 4    |    | 3 APÖC    | 6 CCÖC    |      |    | 10 CÖML  | 20 UFL   |      |         |      |
| ÖVLT  | 4    |    | 3 APÖT    | 6 AH1ÖT   |      |    | 10 CÖML  | 20 UFL   |      |         |      |
| ÖC    | 3    |    | 3 APÖC    | 11 CCÖC   |      |    | 20 UGM   |          |      |         |      |
| ÖP    | 5    |    | 3 APÖP    | 5 AHÖP    |      |    | 8 BTÖP   | 13 CCÖT  |      | 20 UGM  |      |
| ÖT    | 5    |    | 3 APÖT    | 7 AH1ÖT   |      |    | 9 AH2ÖT  | 15 CCÖT  |      | 20 UGM  |      |
| ÖW    | 5    |    | 3 APÖT    | 6 AH1ÖT   |      |    | 9 AH2ÖT  | 11 BVÖW  |      | 20 CCÖT |      |

| NAME    | TRD  | K_TRD | TSD  | K_TSD  | FKAP | K_FKAP | PWP | K_PWP | LAMBDA | FAT | CT   | HKAP | KRUME | NINO | K_NIN |
|---------|------|-------|------|--------|------|--------|-----|-------|--------|-----|------|------|-------|------|-------|
| APVL    | 1,50 | -0,15 | 2,65 | -0,045 | 36   | 5,0    | 16  | 1,50  | 0,17   | 32  | 2,00 | 0,16 | 1     | 11   | 4,0   |
| APVÖ    | 1,45 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 34   | 5,0    | 14  | 1,50  | 0,17   | 30  | 1,90 | 0,16 | 1     | 10   | 3,0   |
| APÖT    | 1,35 | -0,15 | 2,56 | -0,045 | 32   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,17   | 28  | 1,80 | 0,16 | 1     | 9    | 3,0   |
| APÖP    | 1,40 | -0,15 | 2,56 | -0,045 | 30   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,23   | 25  | 1,40 | 0,16 | 1     | 8    | 3,0   |
| APÖC    | 1,40 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 27   | 5,0    | 11  | 1,50  | 0,23   | 23  | 1,30 | 0,16 | 1     | 8    | 3,0   |
| APSO/DC | 1,50 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 22   | 5,0    | 8   | 1,50  | 0,23   | 18  | 1,00 | 0,16 | 1     | 6    | 2,0   |
| APNL    | 1,40 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 24   | 5,0    | 14  | 1,50  | 0,17   | 15  | 0,90 | 0,16 | 1     | 5    | 2,0   |
| APG     | 1,50 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 12   | 5,0    | 7   | 1,50  | 0,23   | 12  | 0,80 | 0,16 | 1     | 4    | 1,0   |
| APKMC   | 1,52 | -0,15 | 2,62 | -0,045 | 20   | 5,0    | 6   | 1,50  | 0,50   | 11  | 0,70 | 0,16 | 1     | 4    | 1,0   |
| AHVL    | 1,50 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 36   | 5,0    | 16  | 1,50  | 0,10   | 32  | 0,00 | 0,16 | 0     | 11   | 4,0   |
| AHVÖ    | 1,45 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 36   | 5,0    | 18  | 1,50  | 0,10   | 30  | 0,00 | 0,16 | 0     | 10   | 3,0   |
| AH1ÖT   | 1,40 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 32   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,17   | 28  | 0,00 | 0,16 | 0     | 9    | 3,0   |
| AH2ÖT   | 1,40 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 32   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,17   | 26  | 0,00 | 0,16 | 0     | 9    | 3,0   |
| AHÖP    | 1,45 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 31   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,23   | 25  | 0,00 | 0,16 | 0     | 8    | 3,0   |
| AHNL    | 1,55 | -0,15 | 2,65 | -0,045 | 24   | 5,0    | 14  | 1,50  | 0,17   | 19  | 0,00 | 0,16 | 0     | 6    | 2,0   |
| AHSÖ/DC | 1,55 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 22   | 5,0    | 8   | 1,50  | 0,23   | 16  | 0,00 | 0,16 | 0     | 5    | 2,0   |
| AHKMC   | 1,60 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 18   | 5,0    | 7   | 1,50  | 0,40   | 11  | 0,00 | 0,16 | 0     | 4    | 1,0   |
| BTÖP    | 1,55 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 36   | 5,0    | 20  | 1,50  | 0,10   | 32  | 0,00 | 0,16 | 0     | 8    | 3,0   |
| BTEÖZ   | 1,60 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 28   | 5,0    | 16  | 1,50  | 0,10   | 26  | 0,00 | 0,16 | 0     | 7    | 2,0   |
| BVÖW    | 1,55 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 32   | 5,0    | 14  | 1,50  | 0,17   | 28  | 0,00 | 0,16 | 0     | 7    | 2,0   |
| CCVÖ    | 1,50 | -0,15 | 2,65 | -0,045 | 37   | 5,0    | 18  | 1,50  | 0,17   | 30  | 0,00 | 0,16 | 0     | 6    | 2,0   |
| CCÖC    | 1,50 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 27   | 5,0    | 11  | 1,50  | 0,10   | 22  | 0,00 | 0,16 | 0     | 4    | 1,0   |
| CCÖT    | 1,50 | -0,15 | 2,62 | -0,045 | 30   | 5,0    | 10  | 1,50  | 0,23   | 22  | 0,00 | 0,16 | 0     | 4    | 1,0   |
| CGEÖZ   | 1,58 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 22   | 5,0    | 14  | 1,50  | 0,17   | 22  | 0,00 | 0,16 | 0     | 4    | 1,0   |
| CKMC    | 1,60 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 12   | 5,0    | 6   | 1,50  | 0,90   | 7   | 0,00 | 0,16 | 0     | 1    | 0,5   |
| CÖVL    | 1,52 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 34   | 5,0    | 18  | 1,50  | 0,10   | 30  | 0,00 | 0,16 | 0     | 6    | 2,0   |
| CÖ/L    | 1,55 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 29   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,23   | 24  | 0,00 | 0,16 | 0     | 5    | 2,0   |
| CÖ/D    | 1,60 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 14   | 5,0    | 6   | 1,50  | 0,80   | 6   | 0,00 | 0,16 | 0     | 1    | 0,5   |
| CST     | 1,55 | -0,15 | 2,65 | -0,045 | 18   | 5,0    | 12  | 1,50  | 0,17   | 15  | 0,00 | 0,16 | 0     | 3    | 1,0   |
| ETEÖZ   | 1,55 | -0,15 | 2,60 | -0,045 | 26   | 5,0    | 14  | 1,50  | 0,17   | 23  | 0,00 | 0,16 | 0     | 8    | 3,0   |
| UFL     | 1,65 | -0,15 | 2,65 | -0,045 | 28   | 5,0    | 15  | 1,50  | 0,10   | 25  | 0,00 | 0,16 | 0     | 1    | 0,5   |
| UGM     | 1,80 | -0,15 | 2,65 | -0,045 | 26   | 5,0    | 13  | 1,50  | 0,23   | 23  | 0,00 | 0,16 | 0     | 1    | 0,5   |
| USWS    | 1,65 | -0,15 | 2,63 | -0,045 | 10   | 5,0    | 5   | 1,50  | 1,20   | 5   | 0,00 | 0,16 | 0     | 1    | 0,5   |