

Datenhaltung für den Einsatz von Precision Farming

Jürgen Biermann, Theodor Gervens, Arnd Kielhorn, Ole Rahn, Dieter Trautz
Fakultäten Agrarwissenschaften/Ingenieurwissenschaften und Informatik
Fachhochschule Osnabrück
Albrechtstraße 30, 49076 Osnabrück
biermann@et.fh-osnabrueck.de, gervens@et.fh-osnabrueck.de,
a.kielhorn@fh-osnabrueck.de, o.rah@fh-osnabrueck.de, d.trautz@fh-osnabrueck.de

Abstract: Im vorliegenden Beitrag werden Struktur und inhaltliche Überblicke zu Inhalten der Precision Farming Datenbank PIROL vorgestellt. Die Datenbank gestattet flexible Eingaben zur landwirtschaftlichen Bearbeitung von Flächen bzw. Teilflächen unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Bodendaten und landschaftlichen Strukturelementen. Wesentlich ist die Angabe des geometrischen Ortes wie z.B. Punkt, Punktmenge oder Polygon, dem ein oder mehrere Attribute zugeordnet werden. Die räumliche Datenbank bildet die Basis für Anwendungsfälle wie Erstellung von Applikationskarten, umweltgerechte Landbewirtschaftung (gute fachliche Praxis), vielfältige statistische und wissenschaftliche Auswertungen usw.

1 Einleitung

Der Einsatz des Instruments „Precision Farming“ - im vorliegenden Anwendungsbereich bzw. im Projekt PIROL ([Pi]) erfolgt dieses mit dem Ziel einer Ertragsoptimierung bei gleichzeitiger Berücksichtigung ökologischer Randbedingungen – erfordert einen sorgfältigen Umgang mit dem benötigten Datenmaterial. Neben der Erfassung der Daten ist eine geeignete Datenhaltung wesentlich, die einerseits die nötige Flexibilität für Erweiterungen sowie andererseits Zugriffsmöglichkeiten bietet, die die Funktionalitäten zur Auswertung und Analyse der Daten unterstützen. Insbesondere ist der Raumbezug der Daten zu berücksichtigen. Aus diesem Grund wurde ein einheitliches Datenmodell erstellt und mit Hilfe eines relationalen Datenbanksystems realisiert. Die entstandene Datenbank ist vollständig normalisiert. Bei der Gestaltung der Datenbank wird ein besonderer Weg eingeschlagen, der nicht nur allen betriebs-, gesamt- und teilflächenbezogenen Gesichtspunkte des Projektziels entgegenkommt, sondern auch in vielfältiger Weise die umfangreichen, ein Teil des Projekts darstellenden Untersuchungen zu ortsbezogenen Boden-, Sensor-, Maßnahme-, Erntedaten usw. unterstützt. Eine Besonderheit des vorliegenden Gestaltungsansatzes ist u. a. die Darstellung des Raumbezuges eines Datensatzes. Die Datenbank wurde mit dem freien Datenbanksystem PostgreSQL und seiner speziell für räumliche Daten vorgesehenen Erweiterung PostGIS erstellt [Pp]. Weitere Beispiele aus dem wissenschaftlichen Bereich zur Haltung landwirtschaftlicher Daten bilden POLARIS und pre agro. POLARIS [Po] stellte Werkzeuge zur Beratungsunterstützung zur Verfügung. pre agro [Pr] strebt u. a. den Aufbau einer freien Geodateninfrastruktur für standardisierte Datenzugriffe an.

2 Datenbedarf

Precision Farming erfordert genaue Kenntnis über teilflächenbezogene Werte, zu nennen

sind u. a. Werte zu erfolgten Maßnahmen bzw. zu Erträgen. Zur Abschätzung der Kosten und Erlöse sind betriebswirtschaftliche Daten erforderlich. Um die Maßnahmen- und Ertragsdaten mit Eigenschaften der bearbeiteten Böden in Beziehung zu bringen, müssen für die betreffenden Lokalitäten Boden- bzw. Bodensensordaten zur Verfügung stehen. Die Kenntnis über schlagangrenzende landschaftliche Strukturelemente gestattet die Berücksichtigung naturschutzbezogener Gesichtspunkte. Eine Übersicht der von der Aufgabenstellung – Precision Farming mit ökologischen Randbedingungen - berührten Daten liefert die Tabelle 1.

<u>Datenart</u>	<u>Geometrischer Datentyp</u>	<u>Datenart</u>	<u>Geometrischer Datentyp</u>
Ertragsdaten	Punkt	Schläge	Polygon
Maßnahmendaten	Punkt/Polygon	Feldblöcke	Polygon
Bodensensordaten (Geoelektrik)	Punkt	Grenzliniendaten zu Schlägen	Polygon
Bodendaten	Polygon	Personaldaten	/
Höhendaten	Punkt	Maschinendaten	/
Landschaftliche Strukturelemente	Polygon	Betriebsstoffdaten	/

Tabelle 1: Vorkommende Datenarten

Wie oben angedeutet, besteht zwischen diesen Daten aus unterschiedlichen Datenarten einerseits eine Vielzahl logischer Beziehungen, andererseits werden sie bei zahlreichen Anwendungsfällen bereichsübergreifend verwendet. Es liegt daher auf der Hand, diese Daten nicht in einem Format zu halten, welches auf Darstellungen in getrennten Tabellen beruht (z. B. im csv- oder shape-Format), bzw. sich mit einer Ackerschlagkartei zu begnügen, sondern diese Daten einheitlich in einer relationalen Datenbank zu abulegen. Wegen der vorkommenden geometrischen Datentypen ist eine räumliche Datenbank erforderlich, die die Zugriffe über räumliche Indizes wie z. B. R-Bäume gestattet.

3 Der Gestaltungsansatz

Greift ein Nutzer auf die Datenbank zu, so soll er eine hierarchische Struktur vorfinden; der Nutzer wählt zunächst eine Region, darin einen Betrieb sowie auf den folgenden Ebenen einen Schlag und schließlich einen Datensatz aus. Der Datensatz beschreibt eine oder mehrere auf dem betreffenden Schlag durchgeführte Anwendungen bzw. Maßnahme (z. B. eine Aussaat) und steht für zahlreiche statistische und auch räumliche Auswertungen zur Verfügung. Zur Abbildung dieser hierarchischen Beziehung werden die klassischen Fremdschlüsselverweise eines relationalen Datenbanksystems verwendet. Neben diesen Fremdschlüsselbeziehungen kommen räumliche Beziehungen zum Einsatz. Als Beispiel sei die Beziehung zwischen Schlägen und Feldblöcken genannt; jedem Schlag sind eine oder mehrere Grenzlinien zugeordnet, die die zeitabhängigen Bearbeitungsgrenzen des Schlages kennzeichnen. Die Zugehörigkeit eines Schlages zu einem Feldblock ergibt sich dadurch, daß der Schwerpunkt des Grenzlinienpolygons im Feldblockpolygon enthalten ist. Auf ähnliche Weise werden die Beziehungen zwischen Schlägen einerseits und Boden-, Sensor- und Höhendaten andererseits hergestellt. Ebenso wird auf diesem Weg die Nähe zwischen Teilbereichen des Schlages und landschaftlichen Strukturelementen festgestellt, was bei der Beachtung naturschutz-

fachlicher Bestimmungen von Bedeutung ist.

4 Flexible Attributverwaltung

Folgende Anforderungen muss die Datenbank erfüllen:

- Neue Maßnahmendatensätze müssen beliebig hinzugefügt werden können.
- Neue und bestehende Datensätze müssen um zusätzliche Wertereihen (Attribute) mit unterschiedlichen Datentypen (z. B. Ganzzahlwerte, Gleitkommawerte usw.) erweitert werden können.

Um den beim Precision Farming notwendigen Teilflächenbezug auf flexible Art herzustellen, sind folgende Merkmale bedeutsam:

- Jeder einzelne Attributwert muss einem geometrischen Ort zugeordnet werden können und daher in Beziehung zu einem Wert eines geometrischen Datentyps stehen.
- Hierbei müssen alle verfügbaren Datentypen zur Verfügung stehen. Ein Attributwert, der z. B. durch Messung an einem Punkt entstanden ist, wird mit einem Wert eben dieses geometrischen Datentyps verbunden. Ein Attributwert, der auf einem ganzen Teilbereich des Schlags gültig ist, wird entsprechend dem Polygon zugeordnet, das diesen Teilbereich kennzeichnet.
- Insbesondere müssen die Attributwerte einer Messreihe zu Werten unterschiedlicher geometrischer Typen in Beziehung stehen können.

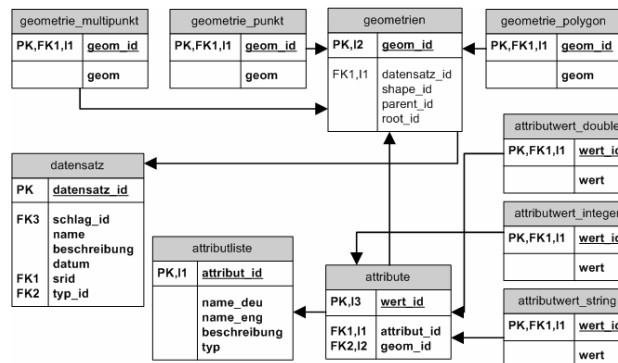


Abbildung 3: Flexible Attribut- und Geometriedarstellung (vereinfacht)

Diese angestrebte Flexibilität wird durch die in Abbildung 1 gezeigte Datenbankmodellierung erreicht. Attributwerte, die zur selben Meßreihe eines Datensatzes gehören, werden einem Eintrag in der Attributliste zugeordnet, die Attributliste enthält den Namen der Meßreihe. Einem Attribut kann nun je nach Typ als eigentlicher Wert eine Ganzzahl-, Gleitkomma- oder Zeichenkettenwert zugeordnet werden; dieser Wert ist in der für seinen Typ vorgesehenen Tabelle enthalten. Andererseits wird ein Attributwert einem geometrischen Wert zugeordnet, der in konkreter Ausprägung ein Punkt, eine endliche Punktmenge (Multipunkt) oder eine Polygon sein kann. Möglich (nicht in Abbildung 1 enthalten) sind auch Multipolygone, Linien und Multilinien. Alternativ zu dem hier gewählten Ansatz, generische Werttabellen („attribut“, „geometrien“) anzulegen und diese wiederum über Fremdschlüsselverweise mit auf den speziellen Typ („double“, „int“ usw. bzw. „point“, „polygon“ usw.) bezogenen konkreten Werttabellen zu verbinden, hätte sich angeboten, den in PostgreSQL

vorhandenen Mechanismus der Tabellenvererbung zu verwenden. Versuche haben jedoch ergeben, dass hierbei die Primärschlüsselverwaltung unbefriedigend ist.

5 Auswertungen

Wesentliches Ziel der so durchgeführten Datenbankgestaltung ist die Ermöglichung vielfältiger Auswertungen und Berechnungen sowie auch die Anwendung wissensbasierter Methoden mit besonderer Berücksichtigung des Raumbezugs. Stellvertreten für die zahlreichen implementierten Verfahren soll hier die Vorgehensweise bei der Berechnung des teilflächenbezogenen Kostendeckungsbeitrages umrissen werden. Zunächst werden Maßnahme-, Ertrags-, Maschinen- sowie weitere Betriebsdaten für einen ausgewählten Schlag und für einen ausgewählten Zeitraum herangezogen. Zumindest die Maßnahme- und Ertragsdaten besitzen einen Ortsbezug, ihre genauen Erhebungsorte können jedoch sehr unterschiedlich sein; darüberhinaus können die Ortsgenauigkeiten stark voneinander abweichen. Einige Meßwerte können punktgenau mit hoher Punktdichte vorliegen, bei anderen sind nur wenige Werte bekannt, die sich dann auf ganze Polygone (Teilschläge) beziehen, im äußersten Fall sogar schlagkonstant sind und mit dem gesamten Grenzlinienpolygon verbunden sind. Um die gemeinsame Verarbeitung der Größen mit diesen wert- und auch typverschiedenen Geometriewerten zu ermöglichen, wird als gemeinsame Geometriebasis ein Gitter mit quadratischen Maschen über den betreffenden Schlag gelegt. Jeder Masche wird bezüglich jeder beteiligten Datenreihe ein Wert zugeordnet, der sich aus einer geometriebezogenen Mittelung ergibt: bei punktgenauen Werten wird der einfache Mittelwert der Punkte in der Masche genommen, bei polygonbezogenen Werten erfolgt die Mittelung durch Gewichtung der Werte mit den Schnittflächengrößen der zugehörigen Polygone mit der betreffenden Masche. Der Kostendeckungsbeitrag wird nun für jede einzelne Gitterkachel ermittelt. Die Kantenlänge des Gitters wird vom Nutzer gewählt, Standardwert ist 10m. Für jede einzelne Kachel wird das Ergebnis auf einen Betrag pro ha berechnet. Bei der Berechnung gehen neben den genannten ortsbezogenen und ortskonstanten Daten weitere Werte wie zu erwartende Direktzahlungen ein. Die Ergebnisausgabe des Kostendeckungsbeitrages kann mit teilflächenbezogenen Empfehlungen zur Extensivierung verbunden werden. Für den Anstoß dieser und ähnlicher Auswertungen und Berechnungen sowie zur geeigneten Ergebnisdarstellung ist ein sehr fortgeschrittener und benutzerfreundlicher Datenbankklient erforderlich. Ein solcher liegt in Form eines Geodatenbetrachters mit umfangreichen funktionalen Zusätzen vor. Er wurde ebenfalls im Projekt PIROL ([Pi]) entwickelt, als Basis wurde dabei der freie Geodatenbetrachter JUMP ([KTBGR07]) ausgewählt, der hier unter Ausnutzung einer Java-Plugin-Schnittstelle erheblich erweitert wurde.

Literaturverzeichnis

- [KTBGR07] Kielhorn, Trautz, Biermann, Gervens, Rahn. Precision Farming mit freiem Open Source GIS. Universität Hohenheim, GIL-Jahrestagung 2007.
- [Po] Informationen zu POLARIS unter www.geoinformationsdienst.de/polaris.html
- [Pp] Dokumentationen zu PostgreSQL, POSTGIS, www.postgres.org, www.postgis.org
- [Pr] Informationen zu pre agro unter www.preagro.de
- [Pi] Informationen zu PIROL unter www.projekt-pirol.de