

# Beitrag zur Verbesserung der Zugänglichkeit von umweltrelevanten Daten aus dem Precision Farming

Peter Korduan<sup>1</sup>

## Abstract

In agriculture, even small-scale site heterogeneity leads to great differences in yield and quality. Today, it is technically possible to take such small-scale heterogeneity into consideration by precision farming. A large amount of heterogeneous data sets are required for this purpose being gathered from different disciplines. To manage the information efficiently meta data must be used. In bmbf project *preagro* a management and information system with meta data base was developed. To improve the accessibility of data in *preagro*, meta data elements was adapted to the disseminated standard CSDGM. Documents to support the standardisation process and to insure the digital data processing in XML will be generated automatically from a data base by scripts.

## 1. Einleitung

In der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion halten neue Technologien Einzug. Während bei der üblichen Bewirtschaftung ein Schlag<sup>2</sup> noch als eine Einheit behandelt wird, werden beim Precision Farming vorkommende Heterogenitäten differenziert bewirtschaftet. Dies ist durch den Einsatz der Satellitennavigation (GPS) und immer höher auflösender Sensoren beispielsweise aus der Fernerkundung möglich geworden. In Deutschland sind auf mehr als 15.000 Einheiten mobile Agrarcomputer für die exakte Zuteilung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln im Einsatz und somit Stand der Technik (Evers, 1998). Es werden besonders die Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit berücksichtigt. Dadurch können einerseits Ausbringungsmengen auf der Fläche differenziert an die Standortbedingungen angepasst werden, andererseits lassen sich stets Karten zum Nachweis der ausgebrachten Mengen verwenden. Der Zusammenhang zwischen ausgebrachten Düngemitteln und der Kenntnis über die Böden, das Grundwasser, das Wetter und das Gelände lassen Rückschlüsse über die Austräge der Schadstoffe in die Umwelt sowie die umliegenden Gewässer zu.

---

<sup>1</sup> Institut für Geodäsie und Geoinformatik, Universität Rostock, J.-v.-Liebig Weg 6, 18059 Rostock, email: peter.korduan@auf.uni-rostock.de

<sup>2</sup> Synonym für Feld, Bewirtschaftungseinheit während einer Vegetationsperiode im Pflanzenbau

Im Rahmen des Forschungs- und Verbundprojektes *preagro*<sup>3</sup> werden die Technologien des Precision Farmings hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Umweltleistungen untersucht. Erste Ergebnisse ergeben Hinweise auf positive Effekte der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung auf die Umwelt (preagro, 2002). Unabhängig von der Verbesserung der Umweltleistungen durch angepasste Bewirtschaftungsstrategien, bringt alleine die Tatsache, dass die Schadstoffein- und -austräge im Precision Farming genau dokumentiert werden können, einen Vorteil für die Darstellung der Umweltbelastung durch die Landwirtschaft. Ein weiterer positiver Effekt der Dokumentation von Bewirtschaftungsmaßnahmen ist im Hinblick auf die von der Öffentlichkeit und der Politik geforderte „gläserne Produktion“ gegeben (Grenzdörffer u. Korduan 2001).

Um Daten aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion jedoch allgemein nutzen zu können, müssen sie leicht zugänglich sein. Dies kann nur erreicht werden, wenn die Daten mit Metainformationen versehen werden. Darüber hinaus ist es sinnvoll, für die Auswahl der Metadatenenelemente auf vorhandene Standards zurückzugreifen. Somit können die Daten leichter in zentralen oder dezentralen Informationssystemen bereitgestellt werden und stehen für langjährige Untersuchungen zur Verfügung. Standardisierte Metainformationen und darauf aufsetzende Systeme für das Datenretrieval, Katalogdienste, die Verbesserung der Kommunikation und der Interoperabilität der Daten kommen zur Zeit in der Precision Farming Praxis noch nicht zum Einsatz.

Im Beitrag wird auf das Datenmanagement im Precision Farming eingegangen, auf die Modellierung der Metainformation und die Vorgehensweise bei der Anpassung der Metadaten an einen vorhandenen Standard. An Hand eines Beispiels soll die Beschreibung von Stickstoff Düngekarten durch die erweiterten Metadatenenelemente aufgezeigt werden. Mit dieser Arbeit wird ein Weg zur besseren Verfügbarkeit von umweltrelevanten Informationen aus der Landwirtschaft aufgezeigt.

## 2. Metadatenmodellierung

Das Institut für Geodäsie und Geoinformatik ist mit der Konzeption und Entwicklung eines Management- und Informationssystems für das Precision Farming im *preagro*-Projekt betraut. Das bisher entwickelte internetgestützte System besteht aus einem Teil für die Präsentation des Projektes nach außen (*preagro* Web), einem Teil für die Metadatenverwaltung mit Metadatenbank für die Beschreibung, die Recherche und die Bereitstellung der Daten (*preagro* Meta) und einem Teil, welcher die Daten selbst beinhaltet, verwaltet und mit einem MapServer visualisiert (*preagro* Map). Zur Verbesserung der Zugänglichkeit der Daten kommt den Metadaten eine besondere Rolle zu.

---

<sup>3</sup> gefördert vom BMBF für eine Laufzeit von 4 Jahren (1999-2003), [www.preagro.de](http://www.preagro.de)

Unter Metadaten werden hier Daten verstanden, mit denen durch Wissen Informationen aus anderen Daten abgeleitet werden können. Je nach Nutzersicht muß eine unterschiedliche Anzahl von Metadatenelementen vorgehalten werden. In einem automatisierten Prozessdatenkreislauf wie er durch das landwirtschaftliche Bussystem (LBS) beschrieben und international standardisiert wurde, wird die Datenverbindung zwischen der mobilen Technik im Pflanzenbau (z.B. Pflanzenschutzspritze) und dem betrieblichen Management Informationssystem festgelegt. Der Datenaustausch läuft hier weitestgehend automatisch und kommt mit wenigen Metadaten, eingebunden in die Daten selbst und sichtbar in den Benutzeroberflächen der Programme und Terminals, aus. Ein Bestandteil der LBS-Normung ist die Übertragung vom Bordcomputer hin zum PC für das betriebliche Managementsystem eines Landwirtes. Dazu ist das Übertragungsprotokoll ADIS<sup>4</sup> vorgesehen, welches jedoch nur von wenigen Herstellern unterstützt oder unterschiedlich implementiert wurde. Mit der Einführung von LBS-Plus seit 1998 findet der Standard mehr Verbreitung. Der Datenaustausch zwischen verschiedener Bürosoftware und GIS erfolgt ohne abgestimmte Schnittstellen oder über entwickelte Einzellösungen wie z.B. zwischen AGRO-MAP Basic und SSTools (Böttinger u. Schwaiberger 2000). Im Hinblick auf den Wechsel von Personal im landwirtschaftlichen Betrieb und die langjährige Verwendung von Daten macht die Erweiterung des Umfangs an allgemeinverständlichen Metadaten erforderlich.

Für die überbetriebliche Nutzung von Daten z.B. im Hinblick auf die Beurteilung von Umwelteinflüssen oder für den Datenaustausch mit fachübergreifenden Institutionen, muß die Metadatenbeschreibung zwingend allgemeingültig sein. Bei der Datenmodellierung im *preagro*-Projekt wurde daher zunächst ermittelt, welche Daten im Precision Farming überhaupt vorkommen und welche Metadaten darüber zu speichern sind. Als Metadaten wurden administrative Daten, dateibezogene Daten, Daten zur Beschreibung des Raumbezuges und Expertenwissen festgelegt. Die in einer Metadatenbank verwalteten Datensätze haben eine Reihe gemeinsamer Merkmale. Dazu zählen der Raum-, Sach- und Zeitbezug. Diese Merkmale werden als zentraler Kern des Metadatenmodells betrachtet und sind Pflichtangaben. Damit ist sichergestellt, dass alle Datensätze räumlich, zeitlich und sachlich recherchiert und bereitgestellt werden können. Die Merkmale werden hierarchisch unterteilt in Kategorien und Datenarten für den Sachbezug, sowie in Regionen, Betriebe und Schläge für den Raumbezug. Für den Zeitbezug bestehen verschiedene Referenzen z.B. Datum für Datenerfassung, -bearbeitung und -archivierung. Zusätzlich werden weitere, von der Datenart abhängige, Metadaten betrachtet.

Das Metadatenmodell wurde in einer relationalen Metadatenbank<sup>5</sup> implementiert. Über eine entwickelte Benutzeroberfläche können die in ganz Deutschland verteilten

---

<sup>4</sup> ADIS, Agricultural Data Interchange Syntax

<sup>5</sup> MySQL-Datenbank in einer LAMP Architektur (Linux, Apache, MySQL und PHP)

*preagro*-Mitarbeiter und beteiligten Landwirte im Datenbestand recherchieren und die Daten über das Internet beziehen (Grenzdörffer, Korduan u. Vatterrott, 2000).

Um die Funktionsweise des Metainformationssystems allgemein und implementierungsunabhängig darzustellen, wurden Anwendungsfälle und Aktivitätsdiagramme mit UML erstellt (Korduan, 2002). Zur Abbildung der Metadaten aus dem premis auf einen international etablierten Standard wurde der Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM)<sup>6</sup> gewählt. Um insbesondere die datenartspezifischen Metadatenelemente darstellen zu können, wurden die Erweiterungsmechanismen des Standards genutzt. Zur Speicherung der Elemente des CSDGM in einer relationalen Datenbank kommt das Datenmodell aus Abbildung 1 zur Anwendung.

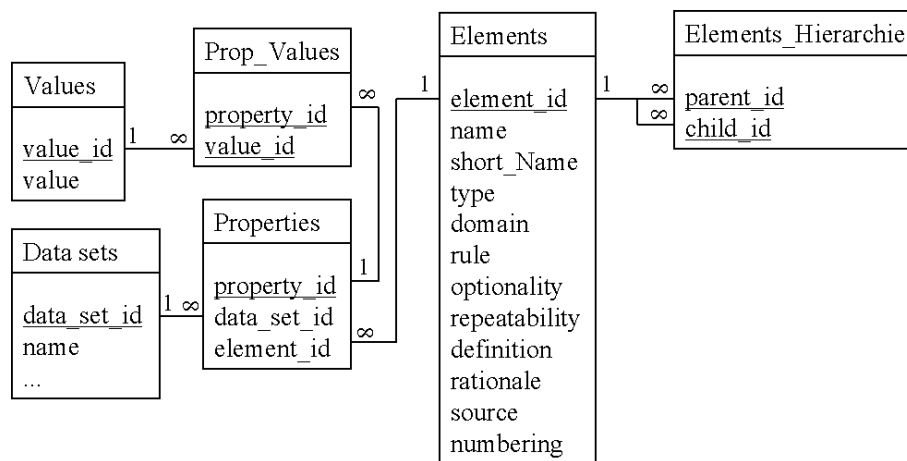


Abb. 1: Relationales Datenbankmodell für CSDGM-Elemente

Darin lassen sich alle Metadatenelemente zentral einpflegen, sofort für die Beschreibung von Datensätzen benutzen sowie Dokumentationen in verschiedenen Formaten erstellen. Für die Erstellung eines FGDC Standard Document nach Directive #6, einer Erweiterungsdatei für das Metadatentool tkme<sup>7</sup> und eine DTD für XML Metadatendokumente werden Scripte verwendet. Die Aktualisierung von Dokumenten mit dem Umfang der Erweiterungen durch Precision Farming Elemente (ca. 250 neue Elemente) wäre mittels Textverarbeitung zu aufwändig.

<sup>6</sup> international verbreiteter Standard vom Federal Geographic Data Committee (FGDC) der amerikanischen Regierung, Basis für ISO Standard des TC 211, gültig seit 1998

<sup>7</sup>Konfigurierbarer Editor, [badger.state.wi.us/agencies/wlib/sco/metatool/mttools.htm](http://badger.state.wi.us/agencies/wlib/sco/metatool/mttools.htm)

### 3. Erweiterung des CSDGM

Der CSDGM hält Informationsrubriken für die Identifikation der Daten, die Beschreibung der Datenqualität, die räumliche Organisation der Daten, das Referenzsystem, die Beschreibung der Entities und Attribute sowie Referenzen des verwendeten Standards bereit. Ein großer Teil der Metadaten, die im premis in der Metadatenbank vorliegen, lassen sich direkt auf Elemente des Standards abbilden. Jedoch sind einige Angaben nur durch Erweiterungen des Standards darstellbar. Hier kommen schon vorhandene Erweiterungen, wie das ESRI-Profil<sup>8</sup> zur Anwendung. Insbesondere für die Abbildung der datenartspezifischen Metadaten für Precision Farming Daten, sind jedoch weitere Elemente zu definieren. Erweiterungen sind besonders in der Sektion *Entity and Attribut Definition* vorgesehen.

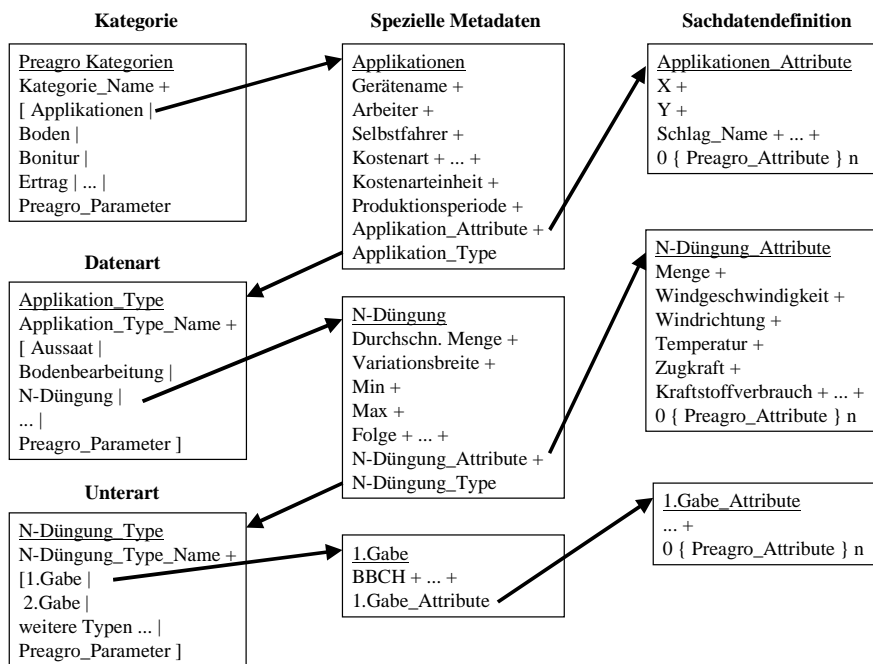


Abb. 2: Hierarchie der datenartspezifischen Metadatenelemente zur Erweiterung des CSDGM für Daten der Stickstoffdüngung

Zu *Entity\_Type* wird das neue Element *preagro\_Kategorien* hinzugefügt. Dieses ist zusammengesetzt aus dem Namen für die Kategorie *Kategorie\_Name* und den dazu-

<sup>8</sup> ESRI Profile of the CSDGM, [www.esri.com/metadata/esriprof80.html](http://www.esri.com/metadata/esriprof80.html)

gehörigen *preagro\_Parameter* der jeweiligen Kategorien. Zur *preagro\_Kategorie Applikationen* gehören z.B. die *Parameter Gerätename, Arbeiter, Selbstfahrer, Kostenart, Produktionsperiode* und zusätzlich eine Liste der *Applikation\_Attribute* und der *Applikation\_Type*. *Applikation\_Attribute* sind Attribute, die alle Applikationsdaten gemeinsam haben.

Zum *Applikation\_Type* gehören der *Applikation\_Type\_Name* und beispielsweise die *Applikation\_Typs Aussaat, Bodenbearbeitung und N-Düngung*. Zu jedem *Applikation\_Type* wird wiederum eine Liste mit *preagro\_Parameter* geführt. Für die Daten der Stickstoffdüngung sind dies *Durchschn\_Menge, Variationsbreite, Min, Max* und *Folge*. Hinzu kommen wieder *N-Düngung\_Attribute* und der *N-Düngung\_Type*. *N-Düngung\_Attribute* sind Attribute, die alle *N-Düngungsdaten* gemeinsam haben, z.B. *Menge, Fahrtrichtung, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur, Zugkraft* und *Kraftstoffverbrauch*.

Zum *N-Düngung\_Type* ließen sich jetzt wiederum Untertypen mit speziellen *preagro Parameter* und Attributlisten definieren, die den speziellen Datentypen entsprechen. In der *Extension\_Information* wird zu jedem neuen Element *Name, Short\_Name, Type, Domain, Child, Rule, Parent, Optionality, Repeatability, Definition, Rationale* und *Source* angegeben. In Abbildung 1 ist die Hierarchie der datenspezifischen Metadaten-elemente dargestellt. Die Erweiterungen werden zunächst in deutsch erstellt und später ins englische übersetzt.

Durch die Festlegungen zu den Attributen sind nicht nur die Metainformationen standardisiert, sondern auch die darunter liegenden Sachdaten. Dies fördert die Interoperabilität der Daten und die Automatisierung der Metadatenextraktion aus den Sachdaten heraus. Die Definition der einzelnen Attribute wurde vorher in Tabellen erhoben und mit den Fachanwendern aus dem Projekt abgestimmt.

Die Erweiterung des Standards erfolgt zunächst für Konfigurationsdateien der am U.S. Geological Survey entwickelten Metadatentools wie Tkme und mp zur Generierung, Validierung und Bearbeitung der Metadaten. Diese Tools werden auch eingesetzt für die XML-Generierung der Entity- und Attributinformationen on the fly aus den dbf-Dateien der GIS-Daten im Datenbestand des Projektes (siehe nächsten Abschnitt).

Die Erstellung eines vollständigen Profiles für Precision Farming Daten ist auf Grund der vielfältigen zur Anwendung kommenden Datenarten schwierig. Außerdem bestehen für einzelne Datenarten schon Erweiterungen für den Standard, bzw. sind in der Entwicklung, z.B. für Fernerkundungsdaten<sup>9</sup>. Es ist vorteilhafter zunächst für einzelne wichtige Kategorien des Precision Farming Erweiterungen zum CSDGM zu entwickeln. Dazu zählen die *Applikationen, der Ertrag* und *Betriebsdaten*. Die dazu gehörenden Datenarten wie die *Schlagumringe, die Ertragskartierung* und *Düngekarten* kommen im Precision Farming als sogenannte Einstiegsdaten vor. Für Metadaten zu diesen Daten gilt es vordringlich gültige Regelungen zu finden. Die Anpas-

---

<sup>9</sup> Extensions for Remote Sensing Data, [www.fgdc.gov/standards/status/csdgm\\_rs\\_ex.html](http://www.fgdc.gov/standards/status/csdgm_rs_ex.html)

sung des CSDGM an die noch nicht verabschiedete ISO-Norm 19115 erfolgt durch die FGDC/ISO „Metadata Standard Harmonisation“. Die im *preagro*-Projekt festgelegten Erweiterungen werden in einem CSDGM-Profil zur Diskussion vorgeschlagen. Als unabhängiges Austauschformat der Metadaten wird XML verwendet. Darauf wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

#### 4. XML-Export

XML hat sich zunehmend als Schlüsseltechnologie für die Dokumentation, Kommunikation und Präsentation strukturierter Daten entwickelt. Die Stärken von XML durch die Trennung von Inhalt und Darstellung wurden in zahlreichen Veröffentlichungen z.B. in (Otterstätter, 2001) hervorgehoben.

Auch im *preagro*-Projekt wird auf diese Technologie gesetzt. Die XML Metadateien werden on the fly aus der Metadatenbank heraus generiert und in einem offenen Verzeichnis des Web-Servers gespeichert. Damit können die Datensätze in andere Systeme Beispielsweise den UDK übernommen werden. Der in ArcView Version 8 verfügbare ArcCatalog<sup>10</sup> ermöglicht die direkte Verwendung der XML-Dateien für die Beschreibung der Geodaten im innerbetrieblichen Einsatz. Die Darstellung der Metadaten in XML ermöglicht die unproblematische Übernahme in nationale und internationale Auskunftssysteme. Als weiterer Vorteil kann die direkte Einbindung der XML-Metadaten in GIS-Daten gesehen werden, die ihrerseits selbst in XML-Dialekten gespeichert werden, z.B. GML und SVG.

#### 5. Anwendungen

Zur Verdeutlichung der Nutzbarkeit von Daten aus dem Precision Farming für den Umweltbereich, sind hier einige Beispiele für Anwendungen der Daten aufgezählt.

- Ermittlung der Stickstoffbelastung für Gewässer an landwirtschaftlichen Nutzflächen
- Entwurf für die schlaginterne Segregation zur Nutzung natürlicher Potentiale
- Modellansätze zur Anordnung und Verteilung neu zu schaffender Strukturelemente in strukturschwachen Agrarlandschaften
- Überflutungsbereiche um Kleingewässer (Soll, Überflutung, Ertragsausfallgrenzen)
- Fragestellung nach Stilllegung von Teilflächen oder ganzer Schläge
- Waldrandstilllegungen, wegen Beschattung und Gehölz

Im Metadatenelement *Linage* des CSDGM können Produktionsabläufe sowie die Herkunft und Entstehung von Daten und damit auch von Produkten aus der Pflanzenproduktion dokumentiert und damit auch nachgewiesen werden.

---

<sup>10</sup> ArcCatalog, Fa. ESRI, [www.esri.com](http://www.esri.com)

## Danksagung

Der Autor bedankt sich beim BMB+F für die Förderung im Rahmen des Verbundprojekts "preagro", Förderkennzeichen 0339740.

## Literaturverzeichnis

- Böttinger, S. und Schwaiberger, R. (2000): preagro Projekt Zwischenbericht 2000, Abschnitt Software, Sonderveröffentlichung 32 des KTBL 2000, Darmstadt, [http://www.preagro.de/Ergebnisse/Zwischenbericht/Seite\\_165-176.pdf](http://www.preagro.de/Ergebnisse/Zwischenbericht/Seite_165-176.pdf)
- Evers H. und Kasties, G. (1998): Kompendium der Verkehrstelematik, Technologien - Applikationen – Perspektiven, Grundwerk 1998, TÜV Verlag GmbH 1998, ISBN 3-8249-0421-7
- Grenzdörffer, G., Korduan, P. und Vatterrott, H. (2000): Entwicklung eines internetbasierten Recherchertools für Fernerkundungsdaten, Umwelt-Informatik aktuell, metropolis Verlag Marburg 2000, S. 253-265
- Grenzdörffer, G. und Korduan, P. (2001): Informationsmanagement und Konzepte des Precision Farming als Beitrag zur "Gläsernen Produktion" im Pflanzenbau, Rostocker Agrar- und Umweltwissenschaftliche Beiträge, Uni-Rostock 2001
- Korduan, P. (2002): Anwendungsfallanalyse für ein Metainformationssystem im Precision Agriculture, Berichte der GIL, Referate der 23. GIL- Jahrestagung in Dresden 2002
- Otterstätter, A. (et.al.) (2001): Einsatz von XML in Umweltinformationssystemen: Ansätze, Werkzeuge und Fallbeispiele, Umweltinformatik Aktuell, 4. Workshop Hypermedia im Umweltschutz in Ulm, metropolis Verlag 2001, S. 124-134
- preagro (2002): preagro Zwischenbericht 2002, Tagungsband zu den precision agriculture Tagen in Bonn, 13.-15.03.2002, KTBL, Darmstadt