

---

# Adaption und Nutzung des Metadatenstandards CSDGM<sup>1</sup> für Precision Agriculture GIS

Peter KORDUAN und Ralf BILL

## Zusammenfassung

In die Landwirtschaft halten mit dem Precision Agriculture neue raumbezogene Strategien zum ökonomisch und ökologisch sinnvollen Pflanzenbau Einzug. Standardisierte GIS-Daten und darüber liegende Metadaten haben dabei eine Schlüsselstellung für das effektive Datenmanagement. In der vorliegenden Arbeit wird zunächst ein entwickeltes Management- und Informationssystem vorgestellt, in dem Precision Agriculture GIS-Daten internetgestützt verwaltet werden. Es wird auf das dafür verwendete Datenmodell, die Benutzeroberfläche und eine Anwendungsfallanalyse eingegangen. Durch die Adaption der Metadaten an den vorhandenen CSDGM und die Erweiterung dessen, wird ein wesentliche Voraussetzung für die inner- und außerbetriebliche Interoperabilität der GIS-Daten erreicht und die Datenqualität verbessert. Der Export der Metadaten in das XML<sup>2</sup>-Format bildet die Basis für die vielseitige Nutzung der Metadaten im Umfeld des Precision Agriculture.

## 1 Einleitung

Viele Felder, die in der Landwirtschaft bewirtschaftet werden, weisen kleinräumige Unterschiede auf. Diese führen zu inhomogenen Pflanzenbeständen und Erträgen. Die bisherige praxisübliche Bewirtschaftung erfolgte schlageinheitlich. Dadurch werden die Potentiale der qualitativ hochwertigeren Abschnitte nicht ausgeschöpft und andere minderwertigere überversorgt. Es können ökonomische Verluste und Umweltprobleme entstehen.

Im bmbf-Verbundprojekt *preagro* (1999-2003) wird das Ziel verfolgt, ein System mit abgestimmten und vernetzten Methoden und Techniken zur ortsspezifischen Bewirtschaftung zu entwickeln. Das Projekt arbeitet in acht Regionen von Deutschland mit 16 landwirtschaftlichen Betrieben sowie zwei Lohnunternehmen und einem Maschinenring zusammen. Die Aufgabenstellungen werden von 17 Projektpartnern aus Einrichtungen der Universitäten, der außeruniversitären Forschung sowie der Software- und Landtechnikindustrie in 22 fachlichen Teilprojekten erarbeitet. Dafür haben die Betriebe etwa 100 Schläge zur Verfügung gestellt, auf denen heterogene GIS-Daten aus verschiedenen Themenbereichen erhoben werden. Zusätzlich fallen Informationen für die Organisation und Präsentation der Projektarbeit an. Zur Datenverwaltung wurde ein Teilprojekt mit der Konzeption und Entwicklung eines internetgestützten Management- und Informationssystems (*premis*) beauftragt.

---

<sup>1</sup> Content Standard for Digital Geospatial Metadata des Federal Geographic Data Committee (FGDC)

<sup>2</sup> XML - eXtensible Markup Language

Neben der Bereitstellung von Informationen über das Projekt für die Öffentlichkeit dient das System in erster Linie dazu, die anfallenden GIS-Daten zu speichern und den Anwendern strukturiert zugänglich zu machen. In einem Teil des Gesamtsystems, dem *preagro Meta*, werden dazu Metadaten erfasst und verwaltet.

## 2 Metainformationssystem im *premis*

Das entwickelte MIS ist konzeptionell zur Unterstützung sowohl des innerbetrieblichen als auch des übergeordneten Datenmanagements geeignet. Aufsetzend auf eine zentrale relationale Metadatenbank (MDB) wurde eine Benutzeroberfläche mit Funktionalität zur Verwaltung der Metadaten entwickelt. Im folgenden wird das Metadatenmodell, die Benutzeroberfläche sowie die Beschreibung der Anwendungsfälle des MIS dargestellt.

### 2.1 Metadatenmodell

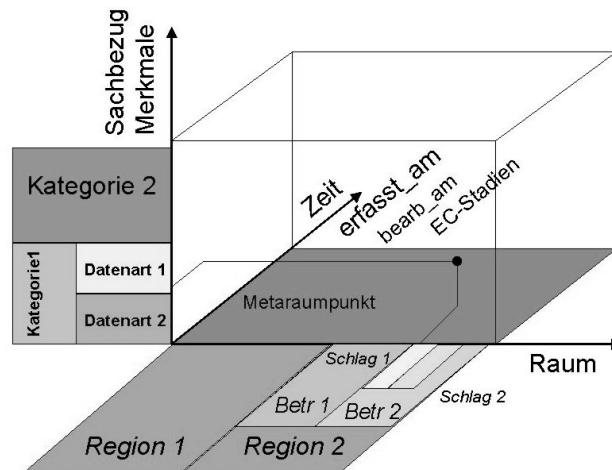
Bei der Modellierung wurde zunächst ermittelt, welche Daten im Precision Agriculture vorkommen und welche Metadaten<sup>1</sup> darüber zu speichern sind. Die Gruppierung der Metadaten ist nachfolgend dargestellt:

- *Administrative Daten* zu Personen, Personengruppen, Institutionen, Projekten, Bestellungen, Benutzerparametern, Aktualisierungsinfos, Abonnierungen, Zugriffsrechten.
- *Dateibezogene Daten* zu Dateien, Datensätzen, Datenträgern, Formatbeschreibungen, Zugehörigkeiten, Archivierungen, Erfassungen, Bearbeitungen, Arten von Dateigruppen, Raumbezügen, speziellen Merkmalen der entsprechenden Fachsicht.
- *Daten zur Beschreibung des Raumbezugs*, zu Regionen, Betriebsflächen, Schlägen, Koordinatensystemen, Relationen zwischen den Objekten.
- *Expertenwissen* wie Literaturverweise, Begriffserklärungen, Abkürzungen, Methodenbeschreibungen, Relationen

Die verwalteten Datensätze haben eine Reihe gemeinsamer Merkmale. Dazu zählen der Raum-, der Sach- und Zeitbezug. Diese Merkmale werden als zentraler Kern des *preagro Meta* betrachtet und sind Pflichtangaben. Durch die Erfassung dieser Metadaten ist sichergestellt, daß alle Datensätze recherchierbar sind und bereitgestellt werden können. Die Merkmale sind hierarchisch untergliedert. Für den Zeitbezug bestehen verschiedene Referenzen z.B. Datum für Datenerfassung, -bearbeitung und -archivierung. Die Zuordnung der Datensätze innerhalb des Begriffsraumes (Metaraum) läßt sich in einem Koordinatensystem veranschaulichen (siehe Abbildung 1).

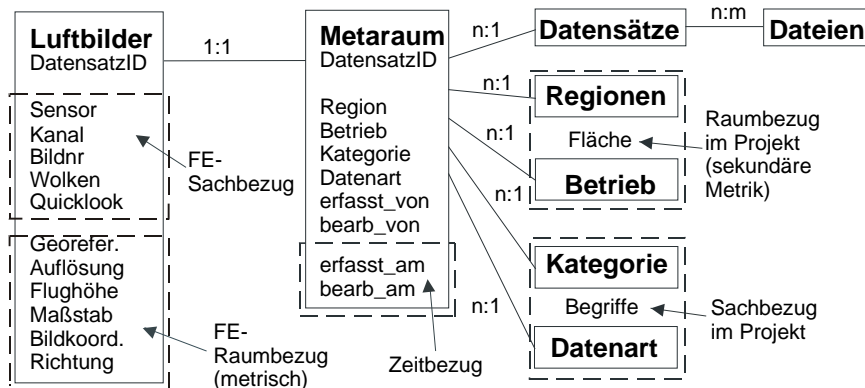
---

<sup>1</sup> Im Kontext des *premis* und in Anlehnung an die Definition im CSDGM sind Metadaten Daten zur Beschreibung der Verfügbarkeit, Nutzbarkeit, des Zugriffs und der Übertragung der GIS-Daten.



**Abb. 1:** Die Veranschaulichung des Raum-, Zeit- und Sachbezuges durch den Metaraum

Allen Datensätzen sind ein oder mehrere Punkte im Metaraum zugeordnet. Zusätzlich zu diesen allgemeinen Metadaten werden spezielle von der Datenart abhängige Metadaten erfasst. Diese sollen später Auskunft über die Nutzbarkeit der GIS-Daten geben, ohne auf diese selbst zugreifen zu müssen. Alle Metadaten werden in einer relationalen Datenbank gehalten. In Abbildung 2 sind die Beziehungen der Datensätze und Dateien zu den Metadaten veranschaulicht.



**Abb. 2:** Auszug aus der Metadatenbankstruktur des premis

Für die verschiedenen Datenarten bestehen gesonderte Tabellen. Durch die Verwendung von Metakoordinaten lassen sich von-bis Bereiche im Metaraum beschreiben, womit auch die Zuordnungen von Benutzerrechten zu verschiedenen Gruppen von Daten realisiert

werden. Weitere Tabellen werden in der MDB z.B. für die Speicherung der Bestellungen von Daten, der geplanten Aktivitäten auf den Schlägen oder der Benutzerparameter verwendet. Letztere unterstützen eine benutzerbezogene Recherche und Navigation, die im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

## **2.2 Benutzeroberfläche**

Die im *premis* implementierte Benutzeroberfläche unterstützt die in UML<sup>1</sup> dargestellten Anwendungsfälle (siehe Abschnitt 2.3). Sie dient hauptsächlich der Recherche in vorhandenen Daten sowie der Eingabe oder Änderung von neuen Daten und Metadaten. In der ersten Maske -der Grobauswahl- können Regionen und Kategorien ausgewählt werden. In der darauffolgenden Auswahlmaske -der Detailauswahl- werden alle auf die Grobauswahl zutreffenden Metadaten zur weiteren Einschränkung angezeigt. Die Möglichkeiten zur Detailauswahl sind in Abbildung 3 dargestellt.

---

<sup>1</sup> UML - Unified Modelling Language

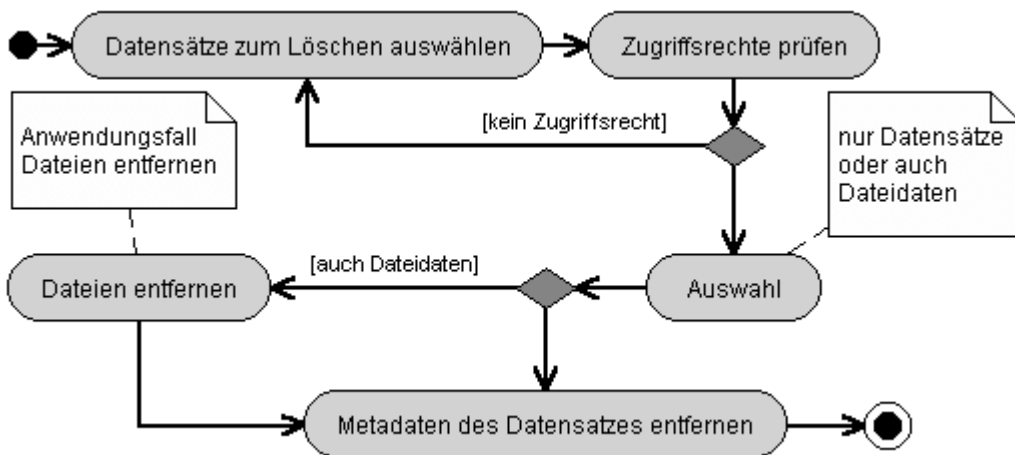
**Abb. 3:** Auswahlmenü zur GIS-Daten-Detailwahl im premis

Eine weitere Detailauswahl bietet eine zusätzliche Einschränkung nach Schlagname, Koordinatensystem und Format. Die zur Verfügung gestellten Auswahlfelder enthalten jeweils nur bereits in der MDB registrierte Begriffe. Von jeder Auswahlmaske und der Ergebnisanzeige kann zur jeweils vorherigen Auswahl gesprungen werden. Dabei werden die jeweils vom Benutzer zuletzt gewählten Einstellungen als Voreinstellungen gesetzt. Diese sogenannte „Suchmaske“ über die Metadaten wird für jeden Benutzer abgespeichert, so daß eine Recherche zwischendurch abgebrochen werden und später fortgesetzt werden kann (Korduan 2001). Damit ist auch die Speicherung von Rechercheergebnissen bzw. Datengruppierungen für wiederkehrende Anforderungen möglich. Die Ergebnisanzeige im Layout der Listendarstellung ermöglicht einen Ausdruck mit allen Metainformationen zu den Datensätzen. Über die Ergebnisanzeige ist auch die Funktionalität zur Eingabe, Änderung, Löschung, Bestellung, Export (siehe Abschnitt 3.2) und Visualisierung der Daten und der dazugehörigen Metadaten erreichbar. Dazu zählt auch das Bestätigen von Aktualisierungshinweisen. Für jeden Benutzer wird angezeigt, wenn ein Datensatz neu oder geändert

worden ist. Diese Aktualisierungshinweise bleiben solange bestehen, bis der Benutzer sie für sich bestätigt. Auf diese Weise ist es dem Benutzer möglich, ohne große Suchmanöver immer auf dem aktuellen Stand zu bleiben. Darauf aufbauend ist auch die Funktion zum Abonnieren von Daten und der Newsletter realisiert.

### 2.3 Anwendungsfälle

Zur Beschreibung der Nutzungsmöglichkeiten des MIS wurde eine Anwendungsfallanalyse durchgeführt. Anwendungsfälle (use cases) und Abläufe bei der Nutzung (activities) wurden in use case- und activity-Diagrammen der UML beschrieben. UML ist geeignet, Metainformationssysteme im Bereich von Geo-Informationssystemen zu modellieren und zu dokumentieren (Busse et. al. 1997).



**Abb. 4:** Activity-Diagramm des use case „Datensätze entfernen“

Die Nutzung von UML ermöglicht eine implementierungsunabhängige, standardisierte und objektorientierte Sicht auf die Nutzung des MIS. Ein Anwendungsfall ist in der Terminologie der UML die Beschreibung von aufeinanderfolgenden Aktionen, die ein System ausführt und die ein beobachtbares Ergebnis für einen Akteur hervorbringt (Booch et. al. 1999). Es werden Interaktionen von Akteuren außerhalb des Systems mit dem System selbst beschrieben. Anwendungsfälle sind dazu geeignet, das beabsichtigte Verhalten zu visualisieren, zu spezifizieren, zu konstruieren und zu dokumentieren. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Anwendungsfälle zu generalisieren und somit eine unterschiedlich detaillierte Sicht auf das Verhalten des Systems zu bieten. An Hand der Beschreibung der Anwendungsfälle und der activity-Diagramme sollen Nutzer das MIS verstehen können und Entwickler es implementieren können. Der Anwendungsfall „premis benutzen“ stellt die Generalisierung aller anderen dar. Zu jedem der Anwendungsfälle wurden weitere Spezialisierungen dargestellt und activity-Diagramme erstellt. In Abbildung 4 ist beispielhaft ein activity-Diagramm

des use case „Datensätze entfernen“ dargestellt. Die Anwendungsfälle wurden im reverse engineering (Booch et. al 1999) erstellt, also in Anlehnung an die Implementierung des *premis*.

### 3 Standardisierung der Sach- und Metadaten

Die Voraussetzung zur einheitlichen Verarbeitung der Metadaten und damit der GIS-Daten ist eine Standardisierung. Dabei sollte auf einen bereits bestehenden Standard aufgebaut werden. Im *premis* werden folgende Ziele verfolgt:

- Übersichtlichkeit in der Datenablage im Filesystem
- Automatisierung eines Teils der Metadateneingabe in die Metadatenbank
- Verbesserung der Benutzbarkeit der Daten (Lesbarkeit und Interpretierbarkeit)
- Unterstützung der automatischen Datenerstellung bzw. -verarbeitung
- Verbesserung der Qualität (insbesondere der Vollständigkeit)
- Verringerung des Aufwandes für die Suche nach geeigneten Daten
- Unterstützung der Metadatenutzung außerhalb des *premis*
- Automatisierung der Extraktion von Metadaten aus den Sachdaten
- Verknüpfbarkeit der GIS-Daten mit Schlagkarteien und Prozessdaten (Linseisen 2000)

Über eine Konvention wurde die Verzeichnisstruktur und die Dateinamensvergabe festgelegt. Dadurch erfolgt zunächst eine Prüfung der Daten, anschließend die Speicherung an einem definierten Ort und die Ergänzung der MDB. Für die Vereinheitlichung der Sachdaten erfolgte zunächst ein Sammlung aller vorhandenen Varianten und eine anschließende Homogenisierung. Als Ergebnis wurden die Angaben aus Tabelle 1 für jedes Attribut einer Datenart festgelegt.

**Tab. 1:** Festlegungen zu den Attributen der Sachdaten

Bezeichnung	Abkürzung	Bedeutung	Wertebereich	Einheit	Datentyp	Format
-------------	-----------	-----------	--------------	---------	----------	--------

Durch den Raumbezug der preagro-Daten als besonderes Merkmal ist es naheliegend, auch Metadatenstandards aus dem Bereich des Geoinformationswesens zu verwenden. In diesem Bereich bestehen auf internationaler, kontinentaler, nationaler und regionaler Ebene zahlreiche Bestrebungen. Der wichtigste international entstehende Standard ist der ISO Standard 19115 des TC 211. Auf europäischer Ebene ist der ENv12657 des CEN<sup>1</sup> TC 278 zu nennen. Beide Standardisierungsbestrebungen sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Auf nationaler Ebene hat sich beispielsweise in der USA der CSDGM des FGDC etabliert, in Australien beschäftigt sich das ANZLIC<sup>2</sup> mit der Metadatenstandardisierung und in Deutschland laufen Standardisierung im Rahmen von ATKIS<sup>3</sup> oder dem UDK<sup>4</sup>.

Da der CSDGM, im Gegensatz zu anderen, schon verfügbar ist, auch über Ländergrenzen hinweg Bedeutung hat, wesentliche Anteile an Metadatenelementen des in der Entwicklung

<sup>1</sup> CEN Comité Européen de Normalisation (CEN)

<sup>2</sup> Australia New Zealand Land Information Council (ANZLIC 2001)

<sup>3</sup> Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS 2001)

<sup>4</sup> UDK, Umweltdatenkatalog (UDK)

befindlichen ISO 19115 aufweist und zahlreiche Tools zur Bearbeitung der Metadaten zur Verfügung stehen, wurde sich im Projekt auf diesen Standard festgelegt.

Mit der Definition der Metadaten in der Entity und Attribut Section des CSDGM wird auch ein Teil der Sachdaten im GIS definiert. Die Erweiterung des Standards durch das ESRI-Profil wird dafür hinzugezogen. Über die Spatial Data Organization Information des ESRI-Profiles wird auch die räumliche Organisation der Daten festgelegt (ESRI\_Terms\_Description). So werden z.B. für die ESRI\_Feature\_Geometrie u.a. „Point“, „Polyline“ oder „Polygon“ unterschieden, die auch in der Metadatenbank des *premis* explizit erfaßt sind und ausgelesen werden können. Die Standardisierung ist noch nicht abgeschlossen. Aus heutiger Sicht sind die in Tabelle 2 dargestellten bereits bestehenden Festlegungen zu berücksichtigen.

**Tab. 2:** Für Standardisierung zu berücksichtigende Festlegungen.

<b>Festlegungen</b>	<b>Initiative</b>	<b>Bereich</b>
Metadaten im <i>premis</i>	Preagro Uni-Rostock	Wissenschaft, Praxis, Softwareentwicklung
Module <sup>1</sup> im <i>premis</i>	Preagro ZALF	Wissenschaft, Praxis, Softwareentwicklung
IMI <sup>2</sup> , LBS <sup>3</sup>	IKB-Dürnast	Wissenschaft
Precision Farming GIS	Softwarefirmen	Praxis, Softwareentwicklung
Gesetze/Verordnungen	LUFA, Umweltbehörden	Behörde, Praxis
CSDGM Profile	z.B. ESRI, USGS	Praxis, Softwareentwicklung

### 3.1 Adaption des CSDGM

Bei der Anpassung der Metadaten des Precision Agriculture an den CSDGM werden folgende Arten von Metadaten unterschieden:

- die im CSDGM schon ausreichend definiert sind
- die in schon vorhandenen Erweiterungen definiert sind
- für die der Wertebereich geändert oder erweitert werden muß
- für die neue Elemente definiert werden müssen

Da die Nutzer von Precision Agriculture Daten eine eigene Information Community darstellen und der erforderliche Umfang an Erweiterungen am CSDGM beträchtlich ist, wird die Einführung eines selbständigen Profil (PA-Profil) angestrebt. In dieses Profil werden nutzbare bestehende Erweiterungen aus anderen Profiles (insbesondere das ESRI-Profil) übernommen und eigene, für das Precision Agriculture notwendige hinzugefügt.

### 3.2 Generierung von XML-Dokumenten

Zur Speicherung und zum Transport der Metadaten außerhalb der GIS und MIS wird XML verwendet, die auch schon in anderen Bereichen (Deiningner 2001) der Landwirtschaft Anwendung findet. Die Generierung der XML-Dokumente erfolgt durch den Benutzer über

<sup>1</sup> Softwaremodule, die die im *preagro* Projekt entwickelten Algorithmen integrieren

<sup>2</sup> Implement Indicator

<sup>3</sup> Landwirtschaftliches BUS-System LBS, DIN 9684

scriptbasierte Abfragen „on the fly“ direkt aus der Metadatenbank des *premis* heraus. In Abbildung 5 ist ein Auszug aus einer solchen XML-Datei dargestellt.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
<!DOCTYPE metadata (View Source for full doctype...)>
- <metadata>
- <idinfo>
  - <citation>
    - <citeinfo>
      <origin>Dipl. Ing. agr. Ruprecht Herbst, Universität Kiel Institut für Pflanzenernährung und
        Bodenkunde</origin>
      <pubdate>04.09.2001</pubdate>
      <title>Bodendaten, 30.08.2001, Schlag: 106, Betrieb: KSG Agrargesellschaft mbH (ksg106_boka_gk4)</title>
      + <pubinfo>
        </citeinfo>
      </citation>
      + <timeperd>
      + <status>
      - <keywords>
      - <theme>
        <themekt>preagro Liste der Kategorien und Datenarten</themekt>
        <themekey>Kategorie= Boden, preagro_ID=30</themekey>
        <themekey>Datenart= Bodendaten, preagro_ID=14</themekey>
```

**Abb. 5:** Auszug aus einer XML-Datei mit Metadaten zu einer Bodenkarte.

Dokumente, die mit Tools z.B. tkme oder (ArcCatalog) erzeugt werden, können mit dem Parser mp unter Verwendung des PA-Profiles validiert werden (Metadata Tools 2002). Für die Datentypdefinition der XML-Dokumente wird ein an das PA-Profil angepasstes DTD erstellt. Durch die Verwendung dieser Technologie können die Daten des Projektes problemlos auch in andere Katalogdienste über das Internet einem großen Benutzerkreis zur Verfügung gestellt werden.

### 3.3 Nutzung des Precision Agriculture konformen CSDGM

Laut einer betriebswirtschaftlichen Analyse (Meißner 1999) hat der Lohnaufwand für die Datenaufbereitung den entscheidenden Einfluß auf die Gesamtkosten. Darüber hinaus ist der Bedarf an Agraringenieuren zur Bewältigung der vielfältigen Aufgaben derzeit mit dem Lohnniveau der Landwirtschaft nicht zu decken. Daraus folgt, daß die Abläufe im Kreislauf des Precision Farming optimiert und möglichst automatisiert werden. Der durchgängige Datenfluß ist auch über die Grenzen der Betriebe hinaus zu etablieren. So arbeitet der Landwirt z.B. mit den Lieferanten, der LUFA, dem Katasteramt, den Landwirtschaftsämtern, Dienstleistern und auch mit der Forschung zusammen. Viele Daten werden derzeit noch in analoger Form und vor allem ohne einheitliche Metadaten ausgetauscht. Die Einführung von standardisierten Metadaten schließt hier eine Lücke und unterstützt die Datenverarbeitung wesentlich. Darüber hinaus ist durch die konsequente Nutzung einheitlicher Metadaten das Datenmanagement von Betrieben durch Dienstleister z.B. Lohnunternehmer durchführbar. Die Einbindung von Precision Agriculture Daten in Datenkataloge wie z.B. den Umweltdatenkatalog (UDK) ist durch die Standardisierung der Metadaten einfach. Umgekehrt lassen sich dadurch auch fremde und neue Daten leichter in die Datenverwaltung der Landwirte einbinden. Durch die definierte Struktur der Metadaten lassen sich einfache internetgestützte Katalogdienste erstellen oder bestehende nutzen, zum Beispiel durch die Verwendung des ISite-Informationssystem.

Die Nutzung von standardkonformen Datensätzen fördert die Interoperabilität zwischen verschiedenen GIS-Produkten, ist Voraussetzung für die Automatisierung der Datenflüsse zwischen Maschinen, GIS und Bürosoftware und fördert die Offenlegung der Verarbeitungsprozesse im Sinne einer „gläsernen Produktion“. Letzterem kommt in der Landwirtschaft zunehmende Bedeutung zu. Standardisierte GIS- und Metadaten dienen nicht zuletzt auch der Werterhaltung und Nachnutzbarkeit der Daten, welche für langjährige Analysen im Precision Agriculture auch von besonderer Wichtigkeit ist. Durch die Koppelung der Prozessdaten mit den GIS-Daten ist die automatische Datenbereitstellung in definierten Work flows möglich.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Precision Agriculture werden die pflanzenbaulichen Bewirtschaftungsstrategien an kleinräumige Standortbedingungen angepaßt. Dabei fallen viele heterogene raumbezogene Daten an. Im wissenschaftlichen Verbundprojekt preagro werden Regeln, Methoden und Techniken für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung und das damit verbundene Datenmanagement entwickelt. In einem Teilprojekt wurde ein Management- und Informationssystem *premis* entwickelt, welches neben Präsentationsaufgaben vor allem die auf den Schlägen erhobenen GIS-Daten und die dazugehörigen Metadaten in einer Metadatenbank verwaltet und über eine internetgestützte Benutzeroberfläche bereitstellt. Das verwendete Datenmodell bildet die räumlichen, sachlichen und zeitlichen Relationen zu allen Datensätzen ab. Darüber hinaus werden datenartabhängige spezielle Metadaten berücksichtigt. Die Anwendungsfälle des Metainformationssystems wurden in UML beschrieben. Der Standardisierung von Sach- und Metadaten kommt eine besondere Bedeutung zur Gewährleistung der Interoperabilität zwischen GIS, Maschinen und Bürosoftware zu. Durch die Definition der Sachdaten konnte im Projekt bereits eine wesentliche Verbesserung der Datenqualität insbesondere der Vollständigkeit erreicht werden. Der Export der Metadaten in CSDGM-konforme XML-Dateien ermöglicht die gezielte Verwendung der GIS-Daten im inner- und überbetrieblichen Datenmanagement z.B. in Katalogdiensten wie ArcCatalog oder ISite-System. Die Weiterentwicklung des Standards, die Dokumentation der Metadatenbank in UML sowie der Ausbau des MapServers sind für die Zukunft geplant.

## 5 Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim BMB+F für die Förderung im Rahmen des Forschungs- und Verbundprojekts "pre agro", Förderkennzeichen 0339740.

## 6 Literatur

ANZLIC (2001), the Spatial Information Conclil, Metadata Working Group, 04. November 2001, <http://www.anzlic.org.au/asdi/metagrp.htm#metadata>

- ArcCatalog (2001), ESRI ArcGIS Version 8.1, Documentation, ArcCatalog, [www.esri.com/software/arcgis/arcview/overview2.html](http://www.esri.com/software/arcgis/arcview/overview2.html)
- ATKIS (2001), Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, Projekt des ADV, 24. August 2001, <http://www.atkis.de>
- Booch et. al. (1999), Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., Das UML-Benutzerhandbuch, Addison-Wesley, München 1999
- Busse et. al. (1997), Busse, S., Kutsche, R., Schöning, C., Metainformation im Bereich Umwelt- und Geoinformationssysteme, Forschungsbericht des Fachbereiches Informatik Nr. 97-25, Technische Universität Berlin 1997
- CEN (2002), Comité Européen de Normalisation, 12.04.2002, <http://www.cenorm.be>
- CSDGM (1998), Content Standard for Digital Geospatial Metadata, Federal Geographic Data Committee, [www.fgdc.gov/metadata/contstan.html](http://www.fgdc.gov/metadata/contstan.html)
- Deininger (2001), Deininger A., Nutzungsmöglichkeiten der XML und XSLT für die Darstellung und Transformation landwirtschaftlicher Informationen, Zeitschrift für Agrarinformatik, 1/2001
- ESRI-Profile (2001), ESRI Profile of the Content Standard for Digital Geospatial Metadata, An ESRI Technical Paper, August 2001
- Grenzdörffer, Korduan (2001), Grenzdörffer, G., Korduan, P., Informationsmanagement und Konzepte des Precision Agriculture als Beitrag zur "Gläsernen Produktion" im Pflanzenbau, Rostocker Agrar- und Umweltwissenschaftliche Beiträge, Universität-Rostock 2001, S. 243-252
- ISite-Informationssystem, Center Network Information Discovery and Retrieval CNIDR, 2002, <http://www.cnidr.org/isite.html>
- Korduan, P. (2001): Preagro *Zwischenbericht 2001*, Teilprojekt V-2, KTBL 2001
- Korduan, P. (2002): Preagro *Zwischenbericht 2002*. Sonderveröffentlichung des KTBL, Bonn 2002
- Linseisen, H. (2000), Linseisen H., Spangler A., et.al., Daten, Datenströme und Software in einem Informationssystem zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion, Agrarinformatik 2/2000
- Meißner, J. (1999), Wann und wie mit Precision Farming beginnen? Teilflächenspezifische Bewirtschaftung betriebswirtschaftlich betrachtet, Neue Landwirtschaft 9/99, AgriCon
- Metadata Tools (2002), Sammlung von Metadata Tools durch das FGDC <http://www.fgdc.gov/metadata/metatool.html>
- UDK, Umweltdatenkatalog, WWW-UDK, Niedersächsisches Umweltministerium, <http://www.mu.niedersachsen.de/udkservlets/UDKServlet>