

## **4.2 Konzept zur spezialisierten Geodateninfrastruktur für die Unterstützung von Precision Farming-Workflows im Gesamtbetrieb (TP 7)**

### **Towards a specialised spatial data infrastructure to support common workflows in precision agriculture**

Nash, E.; Korduan, P.; Bill, R.

#### **4.2.1 Extended Summary**

This subproject addresses the fundamental problems of data management and transfer within the production chain of precision agriculture (PA). The voluminous heterogeneous spatial and non-spatial data collected and required during precision agricultural operations presents a serious management problem for farmers, particularly as they themselves are unlikely to be a data management specialist, and may also have limited skills in the use of computers and other IT equipment (KITCHEN et al. 2002). This subproject aims to address these issues through the identification of links between data and tasks (what data is collected during which tasks, and what data is used for what tasks). From this, an integrated model of data use and tasks (workflows) for precision farming can be created and the possibilities for automation of tasks through use of spatial data infrastructure technologies may be identified.

Of particular interest are workflows involving the transfer of specialist (and spatially-referenced) data between actors in the PA-chain, for instance between farmers and consultants, contractors, suppliers, customers or government agencies. Such interactions suffer problems caused by incompatibilities, either in the technical sense, through use of different file formats or coordinate reference systems, or in the semantic sense, where the understanding of the terms used differ between the actors involved in the communication. The semantic interoperability is being addressed through the definition of a common ontology for (precision) agriculture by the agroXML project (TP 19), with whom TP 7 is working together, mainly in the implementation of the resulting ontology in a format suitable for use in a spatial data infrastructure. This has resulted in a draft GML (Geography Markup Language, COX et al. 2004) Application Schema for agroXML which may be used for the transfer of vector-based geographic data relating to precision farming and the development of a UML (Unified Modeling Language, OMG 1999-2005) model of the agroXML ontology, from which it is hoped to be able to automatically generate future implementations based on GML and other XML standards.

For a demonstration of how the spatial data infrastructure technologies defined by the Open Geospatial Consortium and ISO TC/211 may be applied to the field of precision agriculture in order to alleviate problems of technical incompatibility between actors, a use case of soil testing has been identified (Figure 8). The main actors in this use case, the farmer and a consultant, exchange a contract, including a specification of where and when the soil samples should be collected, and a resulting dataset specifying where and when the samples were actually taken, together with the results of the laboratory analysis of the samples. Additional actors such as topographic mapping agencies are also involved in the use-case in order to supply the main actors with additional datasets such as background mapping. The required interface standards (WMS, WFS and WFS-T) for each of these interactions have been identified. The servers for this use-case scenario will be implemented in co-operation with

TPs 22 and 17. The client for this use-case is expected to be implemented in co-operation with TPs 22 and 18.

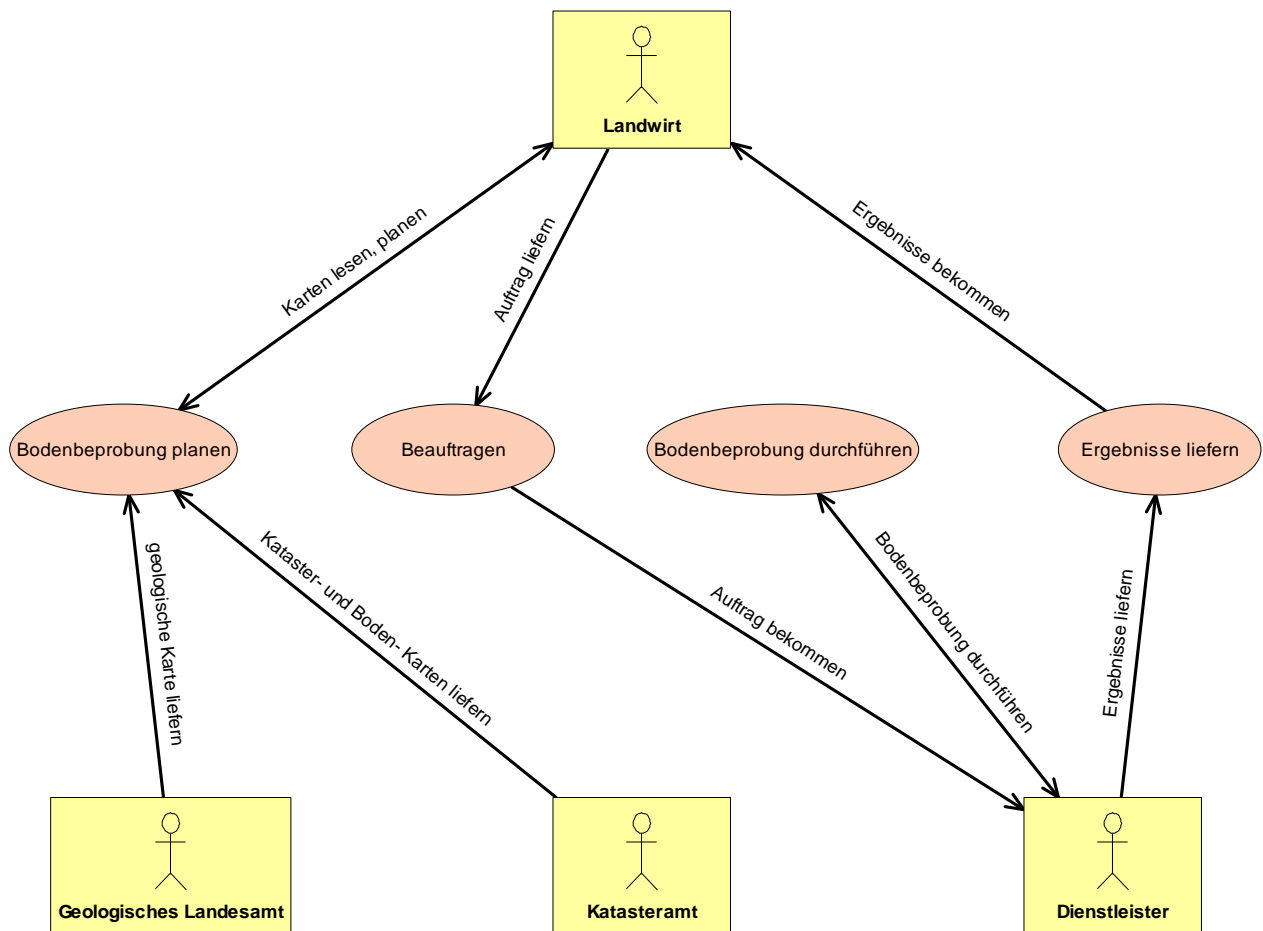


Abbildung 8: Anwendungsfall "Bodenbeprobung"

Figure 8: The use-case "soil-testing"

#### 4.2.2 Problemstellung

- a) aus fachwissenschaftlicher Sicht

Die informationsgeleitete Pflanzenproduktion ist durch die Vielzahl an heterogenen Daten und die Menge beteiligter Akteure sehr komplex. Für den problemlosen Austausch von Daten, der eine Automatisierung von Geschäftsprozessen ermöglichen könnte, ist eine Standardisierung von Datenformaten und Schnittstellen erforderlich. Hier liegt der Kern des Problems, das dieses Teilprojekt behandelt: welche Daten müssen zwischen innerbetrieblichen Komponenten, also z.B. verschiedener Software, oder zwischen Landwirt und anderen Beteiligten in der Precision-Farming-Kette ausgetauscht werden. Insbesondere besteht für Precision Farming die Frage, welche für die informationsgeleitete, ortsbezogene Pflanzenproduktion wichtige Geodaten ausgetauscht werden müssen und welche existierenden Normen benutzt werden können, um diesen Geodatenaustausch zu ermöglichen und zu erleichtern.

Die Erleichterung des Datenmanagements ist besonders wichtig für die Landwirtschaft, weil der zentrale Akteur, der Landwirt, kein Datenmanagementspezialist ist. Im Gegenteil, der durchschnittliche Landwirt hat relativ wenig Interesse und geringe Kenntnisse im Bereich des Geodatenmanagements (KITCHEN et al. 2002). Dies, die Komplexität des Themas und die Kosten, die ein Geodatenmanagement in Anspruch nimmt, sind bedeutende Hindernisse beim Einstieg in das Precision Farming (WERNER & JARFE 2000). Wenn alle Softwarekomponenten eines Workflows miteinander kommunizieren, ohne dass der Landwirt selbst zwischen Dateiformaten konvertieren oder in andere Koordinatensysteme transformieren muss, wäre bereits ein großer Teil des Problems „Datenmanagement“ gelöst. Im Bereich Geodaten haben sich die Standards des Open Geospatial Consortiums als allgemeine Industrienormen und des ISO TC/211 als internationale Normen durchgesetzt. Angesichts der zentralen Rolle des Raumbezuges im Precision Farming haben Normen auch hier eine große Bedeutung. Die Nutzung vorhandener "Geonormen" ermöglicht die Zusammenführung von Datensätzen im Precision Farming in eine einheitliche Form (KORDUAN & NASH 2005) und deren automatisierte Abfrage und Übertragung.

Die Forschungsgegenstände des TP 7 sind deshalb die Modellierung von Precision-Farming-Workflows und deren Datenverbrauch sowie die Unterstützung dieser Workflows durch interoperable inter- und intranetbasierte Dienste, die durch das Teilprojekt 22 implementiert und bereitgestellt werden. Die größte Schwierigkeit ist die Vielfalt von in der Praxis und Forschung genutzten Daten und Methoden. Die im vorangegangenen *pre agro*-Projekt erstellten und nun im *premis* enthaltenen Daten und Metadaten sind eine wichtige Basis für das Wissen über Datennutzung und -klassifizierung im Precision Farming.

b) aus Sicht des Gesamtprojektes

Die Teilprojekte im Projektbereich 2 haben verschiedene Sichten auf das Problem des Datenmanagements im Precision Farming. Das TP 7 spielt eine verbindende und integrierende Rolle im Bezug auf die anderen Teilprojekte. Prozessdaten sind eine wichtige Datenquelle für Entscheidungen im Precision Farming. Die durch das TP 8 entwickelte automatische Erfassung und Bereitstellung dieser Daten wird in vielen Workflows eingebunden. Office-Software für Precision Farming sollte Schnittstellen zur interoperablen Dateninfrastruktur für den Landwirt haben. Die Mitarbeit von TP 18 wird wichtig, wenn solche Infrastrukturen im Betrieb eingesetzt werden sollen. Als voraussichtlicher Endanwender einer Dateninfrastruktur soll TP 17 mögliche Workflows vorschlagen und die entwickelten Modelle überprüfen. Als Entwickler eines einheitlichen Datenformats für Precision Farming spielt TP 19 auch eine wichtige Rolle in der Erstellung einer interoperablen Dateninfrastruktur. Eine enge Zusammenarbeit ist nötig um festzustellen, ob alle relevante Daten in agroXML abbildbar sind sowie darüber hinaus, ob agroXML mit den vorgeschlagenen Diensten kompatibel ist. Von TP 22 wird Unterstützung im Rahmen des Aufbaus der Dienste erwartet.

Letztlich werden die von TP 7 benutzten bzw. entwickelten Dienste und Modelle anderen Teilprojekten (besonders PB 3) als Leitbild einer Methodik für die Veröffentlichungen von Arbeitsergebnissen in einer standardisierten Form empfohlen.

### 4.2.3 Bearbeitungsgegenstände und verwendete Methoden

Als Basis für die Modellierung der Datennutzung im Gesamtbetrieb werden das CSDGM- Metadaten-Profil und das Modell des "Metaraums" (entwickelt im vorhergehenden *pre agro*-Projekt) benutzt. Das Metadaten-Profil ist eine erste Voraussetzung für eine Standardisierung der Daten, die im Precision Farming benutzt werden (KORDUAN & BILL 2002). Das Modell des Metaraums (BILL & KORDUAN 2000) präsentiert eine Methode für die Identifizierung bzw. Recherche der Daten nach Raum-, Zeit- und Sachbezug (Abbildung 9).

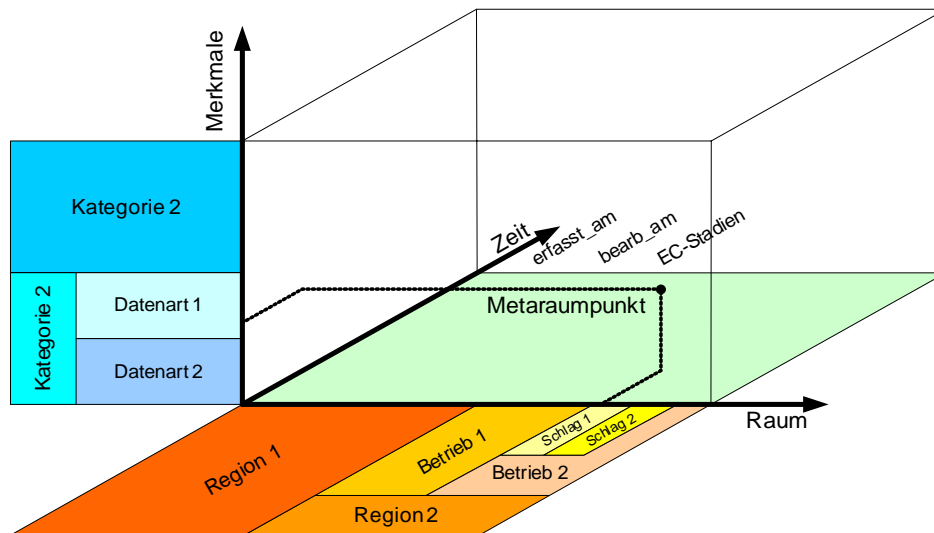


Abbildung 9: Die Veranschaulichung des Raum-, Zeit- und Sachbezuges durch den Metaraum (BILL & KORDUAN 2000)

Figure 9: Visualisation of spatial, temporal and thematic classification through a metaspace (BILL & KORDUAN 2000)

Das Modell des Metaraums wird erweitert, um die Vielfalt der Daten aus wissenschaftlicher und landwirtschaftlicher Sicht genauer modellieren zu können. Das Ergebnis ist ein fünf-dimensionales Konzept, wobei der Sachbezug in drei einzelne Dimensionen (Thema, Nutzung und Status) aufgeteilt wird (Abbildung 10). Obwohl Themen und Status für den ganzen Bereich Landwirtschaft definiert werden können, ist die Kategorisierung nach Nutzung anwenderspezifisch. Beispielhafte Nutzungen werden aber durch die Workflow-Modellierung identifiziert, worauf die Kategorisierungen der Anwender basieren können.

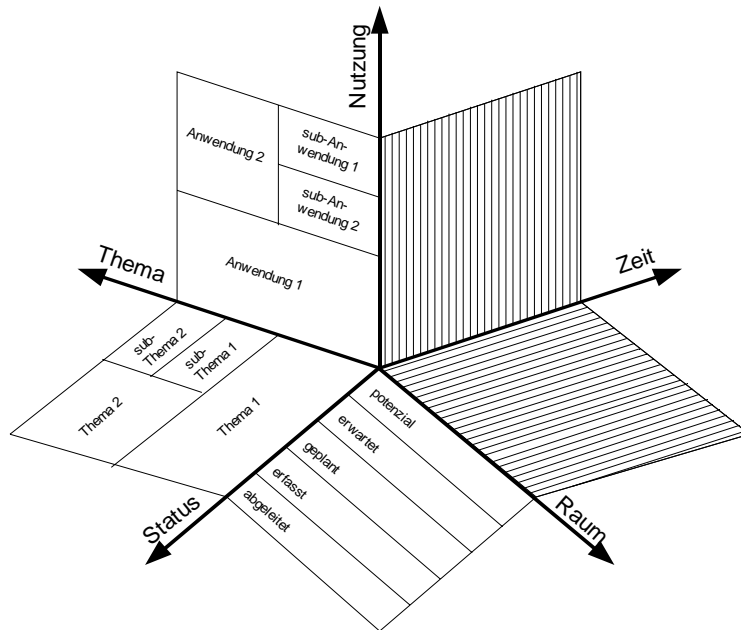


Abbildung 10: Der fünf-dimensionale Metaraum

Figure 10: The five-dimensional metaspace

Für die erste, beispielhafte Modellierung der Workflows wurde das Beispiel Bodenbeprobung ausgewählt. Die erforderlichen Daten, um eine Bodenuntersuchung zu planen, durchzuführen und zu analysieren, sind nach den Kategorien des *premis* Metadaten-Profiles identifiziert worden. Die Akteure, die diese Daten halten bzw. liefern, sind ggf. auch identifiziert worden. Die Akteure, deren Rollen und die erforderlichen Daten sind in UML-Anwendungsfalldiagrammen abgebildet. Der logische und zeitliche Ablauf des Workflows ist als UML-Aktivitäts- bzw. Sequenzdiagramm dargestellt.

Zur Entwicklung eines GML-konformen XML-Applikationsschemas wird eng mit dem TP 19 zusammengearbeitet. Dabei wird eine objektorientierte Methodik benutzt, die auf der Ontologie von agroXML aufsetzt und in Form von UML-Klassendiagrammen entsprechend der ISO19000-Serien bzw. der OGC Normen dargestellt wird. Durch die Nutzung von „Encoding Rules“ (Kodierungsregeln), die die Umsetzung eines abstrakten Modelles als Schema definieren, soll dieses UML-Modell später als Basis für die Erstellung verschiedener Implementierungen bzw. Schemen (beispielsweise nach UBL oder GML-Normen) dienen. Zurzeit wird das Open-Source Werkzeug „ShapeChange“<sup>4</sup> für die Erstellung des GML-Applikationsschemas getestet.

Um die erforderlichen Dienste zu spezifizieren, sind die OGC- und ISO TC/211-Normen zu berücksichtigen. Diese Normen sind allerdings noch in Entwicklung und vollständige Implementierungen der Normen sind nicht immer verfügbar. Führende Open-Source Projekte (degree<sup>5</sup>, UMN MapServer<sup>6</sup>, GeoServer<sup>7</sup>, mapbender<sup>8</sup>, uDig<sup>9</sup>), die OGC-Normen implementieren,

4 <http://www.interactive-instruments.de/ugas>

5 <http://www.degree.org>

6 <http://mapserver.gis.umn.edu>

7 <http://www.geoserver.org>

8 <http://www.mapbender.org>

9 <http://udig.refrains.net>

werden evaluiert, um die nötige Funktionalität für die Unterstützung von komplexen GML-Strukturen (so genannte „Community Schemas“ wie das agroXML/GML Applikationsschema) zu überprüfen. Existierende Geodateninfrastruktur-(GDI-)Initiativen werden auch berücksichtigt, um mögliche verfügbare „externe“ Daten (z.B. Geobasisdaten, wie z.B. topographische Karten) zu finden. Wo nötig, sind auch eigene Softwarekomponenten in Entwicklung, z.B. ein „Web Processing Service“ als standardisierte Schnittstelle für landwirtschaftliche Modelle nach der vorläufigen OGC-Norm. Diese Software wird später als Open-Source Software veröffentlicht.

#### 4.2.4 Ergebnisse im Jahr 2005 und ihre Diskussion

Die Arbeiten im Jahr 2005 haben sich auf die Grundsätze einer Geodateninfrastruktur für Precision Farming und die Erstellung eines Rahmenmodells der landwirtschaftlichen Daten konzentriert. Die Identifizierung, was genau eine GDI für den Landwirt liefern kann und soll und mit welchen Technologien bzw. Normen gearbeitet werden soll, waren wichtige Themen.

Das fünf-dimensionale Modell des Metaraums (Abbildung 10) und das Modell des „gemeinsamen Wissens“ zwischen Akteuren in einem Workflow (z.B. zwischen Landwirt und Prozessordiensten) (Abbildung 11) waren die Grundlagen zur Evaluierung, ob ein Nutzer einen Dienst nutzen kann. Die Klassifizierung der Daten für Precision Farming sind mit einer neuen hierarchischen Struktur (Abbildung 12) vom *premis* übernommen worden, so dass unterschiedliche Klassifikationen von Daten besser abgebildet werden können.

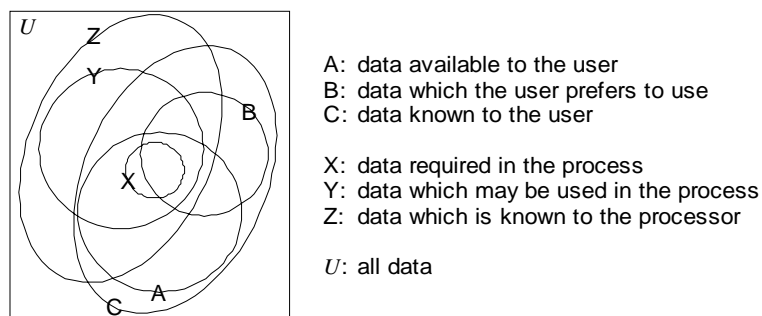


Abbildung 11: Ein Modell des „gemeinsamen Wissens“ zwischen einem Nutzer und einem Prozessordienst

Figure 11: A model of the "shared knowledge" between a user and a processing service

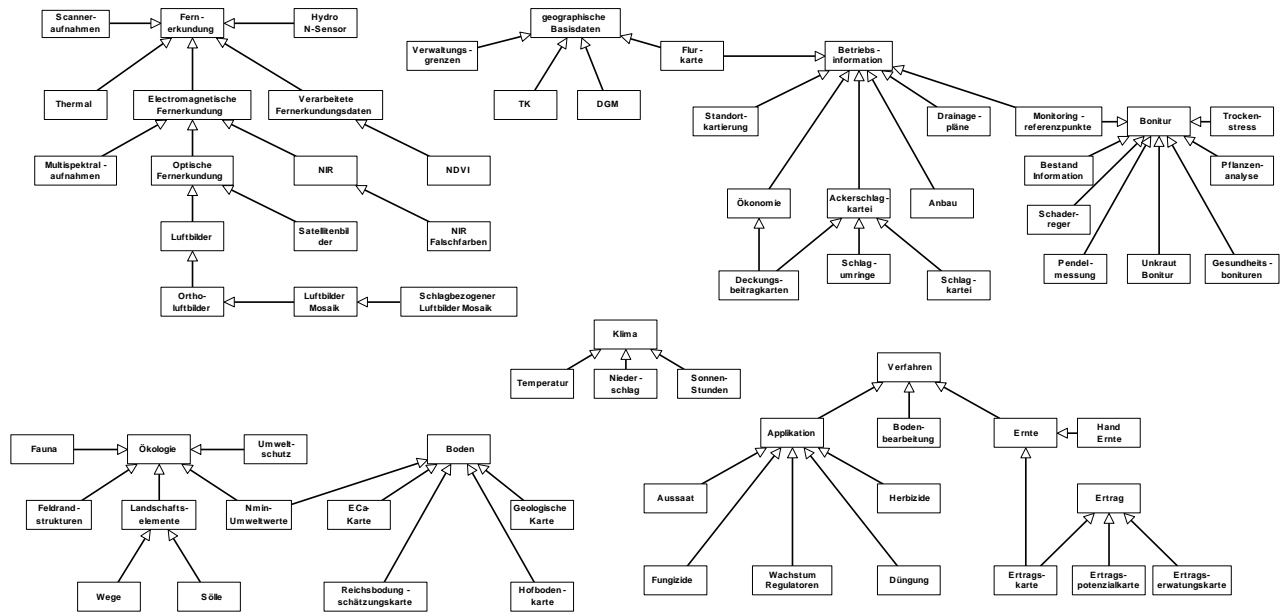


Abbildung 12: Die Themen-Hierarchie der landwirtschaftlichen Daten

Figure 12: The hierarchy of themes for agricultural data

Der Workflow „Bodenbeprobung“ ist recht vollständig modelliert. Obwohl je nach Betriebsstruktur und Vorzügen der Akteure verschiedene Abläufe möglich sind, wurde hier ein allgemeiner Ablauf modelliert. Die Hauptakteure sind der Landwirt und ein Dienstleister, die Daten in Form eines Bodenuntersuchungsauftrages und einer Bodenuntersuchungsdokumentation austauschen. Nebenakteure sind Datenlieferanten, wie z.B. Katasterämter (für Topographische Karten) (Abbildung 8). Der logische und zeitliche Ablauf des Workflows (Abbildung 13) liegt als Aktivitäts- und Sequenz-Diagramm vor, woraus die zwischen den Hauptakteuren übertragenen Daten und die notwendigen Dienste um diese Datenübertragung zu realisieren, identifiziert worden sind. Bei der erstellten Variante des Workflows werden alle eventuell vorkommenden Daten im Auftragsdokument berücksichtigt. Ebenso kommt im Ergebnis eine maximale Anzahl von Datenelementen zurück, sodass mit den implementierten Diensten auch leicht andere vereinfachte Workflows unterstützt werden können.

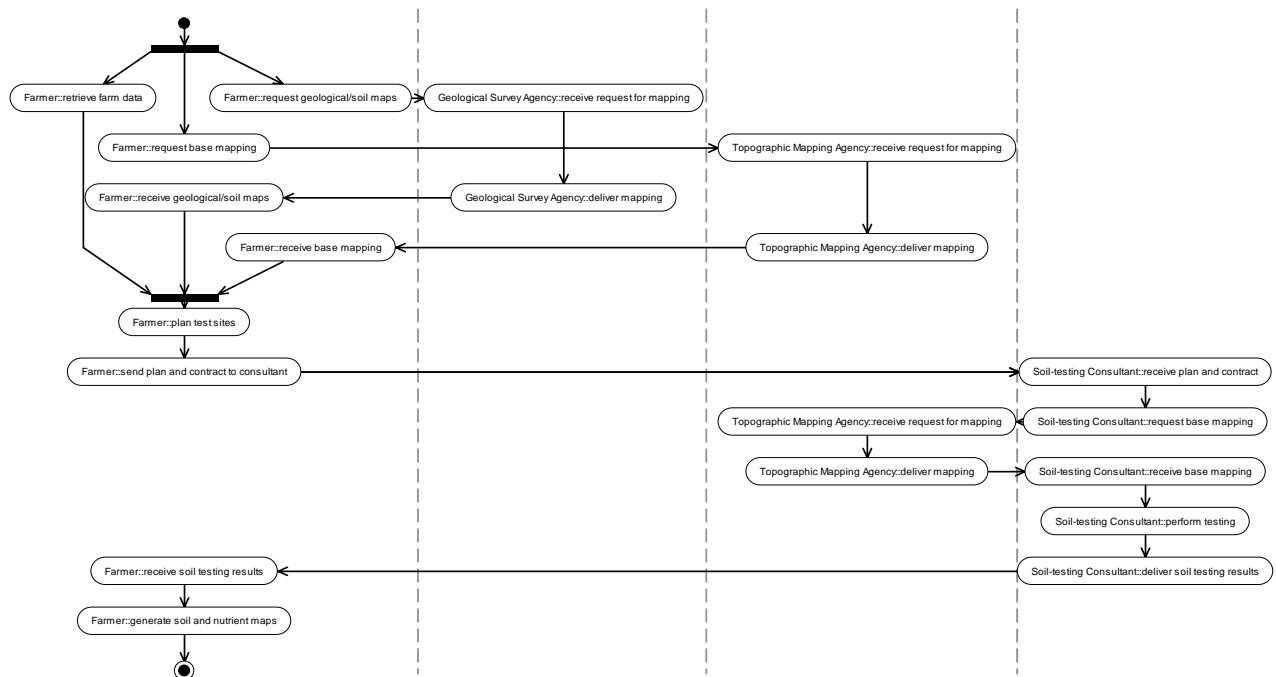


Abbildung 13: Der logische Ablauf des Workflows „Bodenbeprobung“

Figure 13: The logical process of the workflow "soil-testing"

Für die Implementierung der ersten GDI-PF, und um den Workflow „Bodenbeprobung“ zu unterstützen, werden verschiedene Dienste und eine Client-Anwendung für die Landwirte notwendig sein, die mit den verschiedenen Diensten durch verschiedene standardisierte Schnittstellen kommunizieren können. Der Dienstleister soll einen OGC-konformen WFS-Dienst (Web Feature Server) im „Transactional“-Modus bereitstellen, wobei der Landwirt Daten in Form von agroXML bzw. GML speichern oder laden kann, ohne dass der Landwirt selbst solche Dienste bereitstellen muss. Da die aus externen Quellen bezogenen Daten (topographische und geologische Karten) hauptsächlich als Hintergrundinformation für die Planung bzw. Durchführung der Untersuchung benutzt werden, sind Rasterdaten dafür ausreichend. Dies liefert ein einfacher WMS-Dienst (Web Map Server), der eine kartographische Abbildung der Daten in einem bekannten Bilddateiformat (z.B. jpeg, png) bereitstellt.

Obwohl in der Prototyp-Phase von *pre agro II* alle Dienste, die benötigt werden, bekannt und deshalb nicht erst identifiziert werden müssen, ist in der Praxis ein Mechanismus für das so genannte "Service Discovery" erforderlich. Ein CS-W (Catalogue Service for the Web) als Portal für Landwirte zur GDI muss deshalb ebenso implementiert werden. Solch ein Portal könnte später von Verbänden oder Dienstleistern angeboten werden. Im Laufe von *pre agro II* soll der Workflow um die Nutzung von WPS-Diensten (Web Processing Services) erweitert werden, um die Ergebnisse der Bodenbeprobung zu interpolieren bzw. auszuwerten. Die Softwaremodule, die im vergangenen *pre agro*-Projekt oder in anderen TP entwickelt worden sind, können durch diese Schnittstelle in standardisierter Form veröffentlicht werden. Wer solche Dienste in Realität anbieten würde, steht noch zur Diskussion (Abbildung 14).

Die Entwicklung und Implementierung solcher WPS- und WFS-T-Dienste wird derzeit durch verschiedene Entwicklergemeinschaften vorangetrieben. Jedoch liegt diese Software damit noch nicht vollendet vor. Spezifikationen der Schnittstellen sind teilweise nicht endgültig oder noch in Entwicklung. Vor allem vollständige Implementierungen einiger Standards sind kaum zu finden, so z.B. ein WFS mit der Möglichkeit bestimmte Schemata (wie agroXML) zu liefern. Daneben sind „Transactional“ (Insert/Update/Delete) Funktionalitäten für derartige komplexe Schemen noch nicht verfügbar. Im Laufe 2006 sollen einige dieser Probleme mit der Festlegung neuer Standards und der Veröffentlichung neuer Software (z.B. die Open-Source Software GeoServer und deegree) gelöst werden. Dienste, für die keine Implementierungen vorhanden sind (z.B. WPS), werden in eigenen Lösungen entwickelt, die als Open-Source Software veröffentlicht werden.

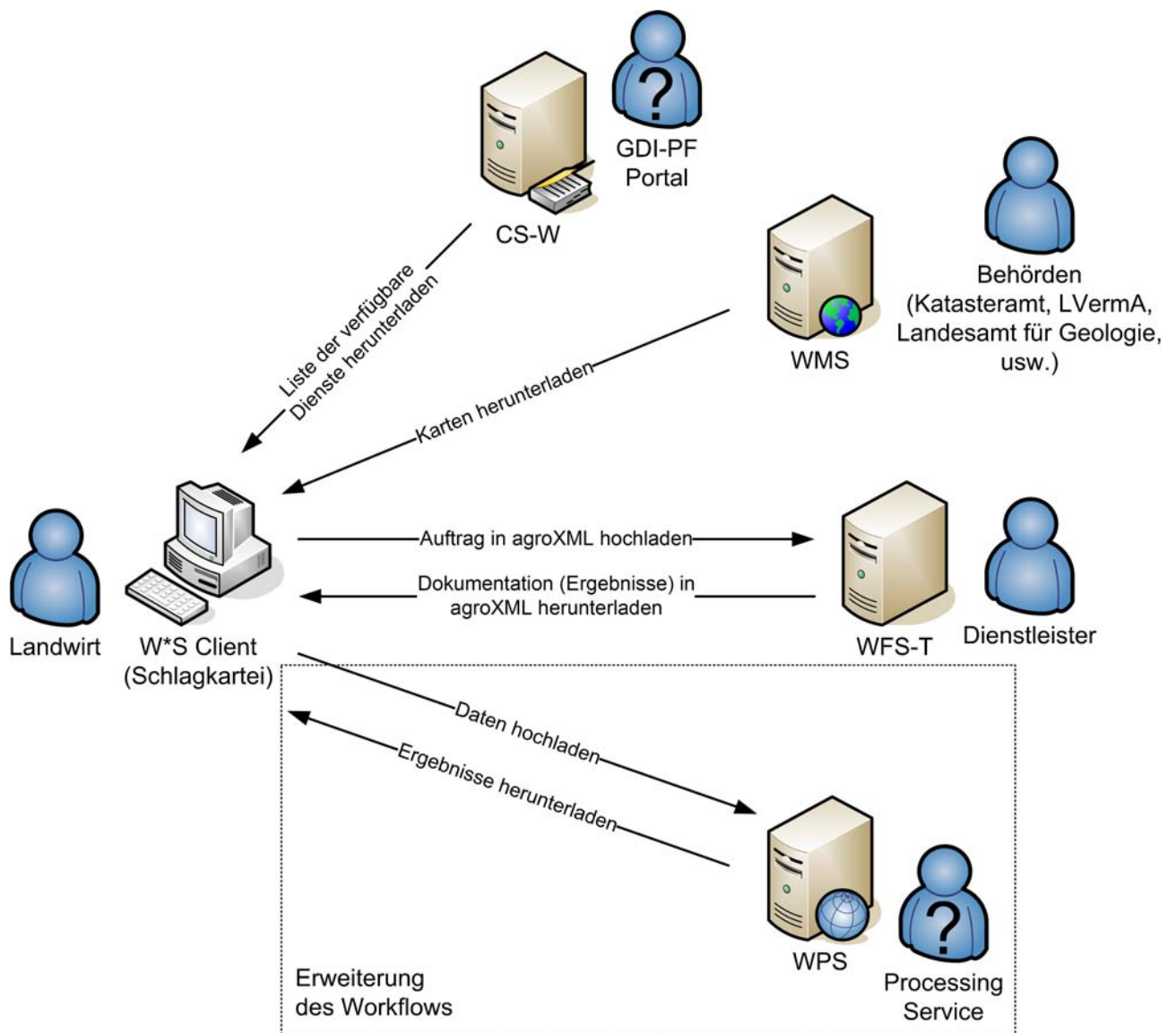


Abbildung 14: Darstellung des Prototyps der GDI-PF für den Anwendungsfall „Bodenbeprobung“

Figure 14: Representation of the prototype SDI for Precision Farming for the use-case "soil-testing"

#### **4.2.5 Soll-Ist-Vergleich mit den in Projektantrag angestrebten Ergebnissen bzw. vorgesehenen Meilensteinen**

Entsprechend dem Projektantrag soll zu diesem Zwischenbericht der Prototyp des Informationsmodells fertig und die Konzeption zur Geodateninfrastruktur zu einem Drittel abgeschlossen sein. Da das Informationsmodell "anwenderspezifische" Elemente enthält (insbesondere die Definition der Datennutzung), ist ein komplettes Modell nicht zu erwarten, jedoch werden Vorschläge für die Nutzungen der Modellierung der Workflows vorgegeben.

Die Modellierung des Workflows und des Datenbedarfs für den Anwendungsfall „Bodenbeprobung“ ist abgeschlossen. Zu den UML-Diagrammen sind von den anderen Teilprojekten im PB 2 Anregungen gekommen. Die erforderlichen Schnittstellen, um diesen Workflow durch eine GDI zu unterstützen, sind identifiziert bzw. spezifiziert. Ein Format für die Übertragung der Daten (das agroXML Applikationsschema) ist in Zusammenarbeit mit TP 19 entwickelt worden. Einige „Prinzipien“ einer GDI (z.B. dass der Landwirt keinen Dienst aufsetzen muss, sondern nur einen Client nutzt) sind auch erstellt. Sie sind für die Form der Implementierung wichtig.

Die ersten Komponenten einer GDI-PF sind entworfen, aber weil Software-Implementationen mancher erforderlicher Funktionen erst im Frühjahr 2006 verfügbar werden, sind neben dem WMS noch nicht alle Dienste aufgesetzt.

#### **4.2.6 Geplante nächste Arbeitsschritte**

Die nächsten Arbeitsschritte sind die Einrichtung bzw. Implementierung der Dienste in Zusammenarbeit mit TP 22 und die Implementierung des Clients. Dies wird voraussichtlich in Zusammenarbeit mit den TP 17, 18 und 22 geschehen. Die Einrichtung der Dienste für den Anwendungsfall „Bodenbeprobung“ sollte Mitte 2006 fertig gestellt sein. Danach werden andere Anwendungsfälle untersucht und die erforderlichen Dienste implementiert.

Parallel zur Implementierung der Prototyp-GDI wird das Modell weiterentwickelt. Insbesondere werden Feedback bzw. Ideen für Anwendungsfälle und Dienste von allen anderen TP angefordert.

#### **4.2.7 Erkenntnisse aus den Arbeiten des Jahres 2005 für das Anliegen des Projektberichtes bzw. aus Sicht des Gesamtprojektes**

Für die Interoperabilität zwischen Systemen ist eine Festlegung auf Normen für Schnittstellen- und Übertragungsformate erforderlich. Aus Sicht der großen Rolle des Raumbezuges im Precision Farming ist die Einigung auf die Normen des OGC bzw. des ISO TC/211 eine gute Grundlage. Diese Normen sind ausgelegt für die Erstellung interoperabler Softwarekomponenten bzw. einer Dateninfrastruktur und damit für die Nutzung in *pre agro* geeignet. Die Entwicklung eines agroXML-GML-Applikationsschemas, das mit OGC-konformen Diensten kompatibel ist, wird die technische und semantische Interoperabilität verschiedener Anwendungen erleichtern und dient auch als zentrale Stelle für die Zusammenarbeit zwischen den Teilprojekten im PB 2, die alle verschiedenen Teile der Dateninfrastruktur implementieren sollen.

#### 4.2.8 zitierte Literatur/Quellen

- BILL, R., KORDUAN, P., (2000): Projektinformations- und Datenmanagementsystem premis. In: WERNER, A., SCHWAIBERGER, R., SOMMER, C. [Hrsg.]: pre agro - Managementsystem für den ortsspezifischen Pflanzenbau. Zwischenbericht 2000. KTBL Sonderveröffentlichung 032: 207-216.
- COX, S., DAISEY, P., LAKE, R., PORTELE, C., WHITESIDE, A. (Hrsg.) (2004): OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, Version 3.1.0. Open Geospatial Consortium, Wayland, MA, USA.
- JARFE, A., WERNER, A. (2000): Development of a GIS-based Management System for Precision Agriculture. In TOK, H.H. (ed), Agroenviron 2000. 2<sup>nd</sup> International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications. Proceedings. 18-20 October 2000. Tekirdağ University, Turkey. ISBN 975-374-29-8. 121-125.
- KITCHEN, N.R., SNYDER, C.J., FRANZEN, D.W., WIEBOLD, W.J. (2005): Educational Needs of Precision Agriculture. Precision Agriculture 3 (4) 341-351.
- KORDUAN, P., BILL, R. (2002): Adaption und Nutzung des Metadatenstandards CSDGM für Precision Agriculture GIS. Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIV - Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg, Wichmann Verlag Heidelberg. 276-285.
- KORDUAN, P., NASH, E. (2005): Integration von ISO- und agroXML in GML. In CREMERS, A.B., MANTHEY, R., MARTINI, P., STEINHAGE, V. (eds), INFORMATIK 2005 Informatik LIVE! Band 1. Beiträge der 35 Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 19.-22. September 2005, Bonn. Gesellschaft für Informatik, Bonn, Germany. ISBN 3-88579-396-2. 375-379.
- OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG), 1999-2005, Unified Modeling Language specification. Object Management Group. <http://www.uml.org>
- MEADOWS, B., SEABURG, L. (Hrsg.) (2004): Universal Business Language 1.0. Oasis Committee Draft. OASIS. <http://docs.oasis-open.org/ubl/cd-UBL-1.0/>

#### Anschrift der Autoren:

Dr. Edward Nash  
Dr. Ing. Peter Korduan  
Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill  
Universität Rostock  
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Management ländlicher Räume  
Justus-von-Liebig-Weg 6  
18059 Rostock  
Telefon: 0381/49821-64, - 85  
Telefax: 0381/4982188  
E-Mail: [ralf.bill@uni-rostock.de](mailto:ralf.bill@uni-rostock.de)  
[Peter.korduan@uni-rostock.de](mailto:Peter.korduan@uni-rostock.de)  
[Edward.Nash@uni-rostock.de](mailto:Edward.Nash@uni-rostock.de)