

# **Kopplung von Assistenz- und Ausbildungssystem im Bereich der Bildauswertung**

**Roland Forberger und Natalie Mareth**

*Schlüsselwörter: Systemkopplung, Benutzermodell, E-Learning, Assistenz, Ontologie*

## **Zusammenfassung**

Der Werkstattbeitrag beschreibt unsere laufenden Arbeiten zu Synergieeffekten bei der Kopplung des Assistenzsystems „RecceMan“ und des Ausbildungssystems „SAR-Tutor+“ im konkreten Anwendungsfall der SAR-Bildauswertung. Hauptziel ist die Identifizierung des individuellen Lernbedarfs eines Bildauswerters im Arbeitsumfeld. Es wird dargestellt, welche Informationen aus der vorgegebenen Aufgabenstellung vom Assistenzsystem zum Ausbildungssystem übertragen werden können, um auf deren Basis – und unter Nutzung der bereits im Benutzermodell hinterlegten Lernerfahrungen – passende Lerngelegenheiten bereit zu stellen.

Damit sich auch das Benutzermodell dem fortschreitenden Kenntnisstand des Lerners anpasst, ist die Lernerfolgskontrolle und die anschließende Rückkopplung zum Benutzermodell wichtig. Ebenso wichtig für die Identifizierung der passenden Lerngelegenheiten ist die Nutzung von Metadaten bei den Lerninhalten. Eine grundlegende Domänenontologie sowie eine didaktische Ontologie über die Lerninhalte schaffen die Voraussetzung dafür, dass die Lerninhalte im Gesamtzusammenhang darstellbar sind und daraus didaktisch sinnvolle Lernpfade ableitbar sind.

## **Abstract**

This paper describes our work in progress on synergies when linking the assistance system “RecceMan” to the learning system “SAR-Tutor+” to improve SAR-image interpretation. The main objective is to identify the image interpreter’s personal demand for learning contents to handle a work order. It is shown which information of the assistance system can be transferred to the learning system to contribute appropriate learning materials - additionally using deposited learning experiences and preferences in the learning system’s user model.

Monitoring of learning progress by tests and exercises is important to adapt the user model to the user’s advancing knowledge. Furthermore it is necessary to contribute metadata with learning contents to identify appropriate learning materials. A domain ontology and a didactic ontology lead to the possibility to construct meaningful learning paths and to present different learning units in the overall context.

## Die Aufgaben eines Bildauswerters

Die Auswertung von Bildern – und damit die Deutung der auf dem Bild sichtbaren Objekte – ist spätestens seit GoogleEarth zum Volkssport geworden. Nicht zuletzt lassen sich mit diesen bereits recht hoch aufgelösten Satellitenbildern erkennen, welches Hotel am gewünschten Urlaubsziel auch Strandkörbe anbietet. Die Arbeiten eines Bildauswerters sind gar nicht so weit von der zukünftigen Urlaubsplanung entfernt. Auch er muss anhand von Bildmaterial eine vorgegebene Fragestellung beantworten. Bei der Fragestellung kann es sich dabei um die Flächenausdehnung bei einer Überschwemmung handeln oder auch um die Nutzung von Anbauflächen an einer bestimmten Ortskoordinate. Beim Militär spielt die Bildauswertung für taktische und strategische Planung eine wichtige Rolle. Eine übliche Aufgabe ist dabei die Auswertung eines Flugplatzes: welche Nutzung (militärisch oder zivil) liegt vor, welche relevanten Merkmale sind vorhanden, welche Objekte können in welcher Anordnung identifiziert werden? Zur Bearbeitung des Auftrags stehen dem Bildauswerter auch Assistenzsysteme zur Verfügung, zum Beispiel das vom Fraunhofer IITB entwickelte System RecceMan.

Beim Bearbeiten eines Auswerteauftrags spielen viele Rahmenparameter eine Rolle, dazu gehört beispielsweise das Alter einer Aufnahme: ein zwei Jahre altes Bild liefert keine verlässliche Einschätzung der aktuellen Situation. Andererseits müssen die relevanten Objekte in der Aufnahme klar sichtbar sein. Wolken oder ähnliche Bildstörungen in optischen Aufnahmen erschweren die Auswertung bzw. machen sie unmöglich. Ein alternatives Bildgebungsverfahren liefert durch Abtastung der Erdoberfläche mit elektromagnetischen Wellen ein von Wolken und anderen Wetterbedingungen weitgehend unbeeinflusstes Bild: das Synthetic Aperture Radar (SAR). Darüber hinaus ist SAR auch bei Nacht einsetzbar.

Auf den ersten Blick sieht ein SAR-Bild einem optischen Bild sehr ähnlich, erst bei genauem Hinsehen werden Unterschiede deutlich. Die Regeln der vertrauten „optischen“ Welt sind deshalb nicht direkt auf die der Radarbilder anwendbar. Spezielle SAR-Effekte wie Schattenwurf, Überlagerung (Lay-Over) oder Verkürzung (Foreshortening) zwingen zum Umdenken und führen langfristig zum Um-sehen.

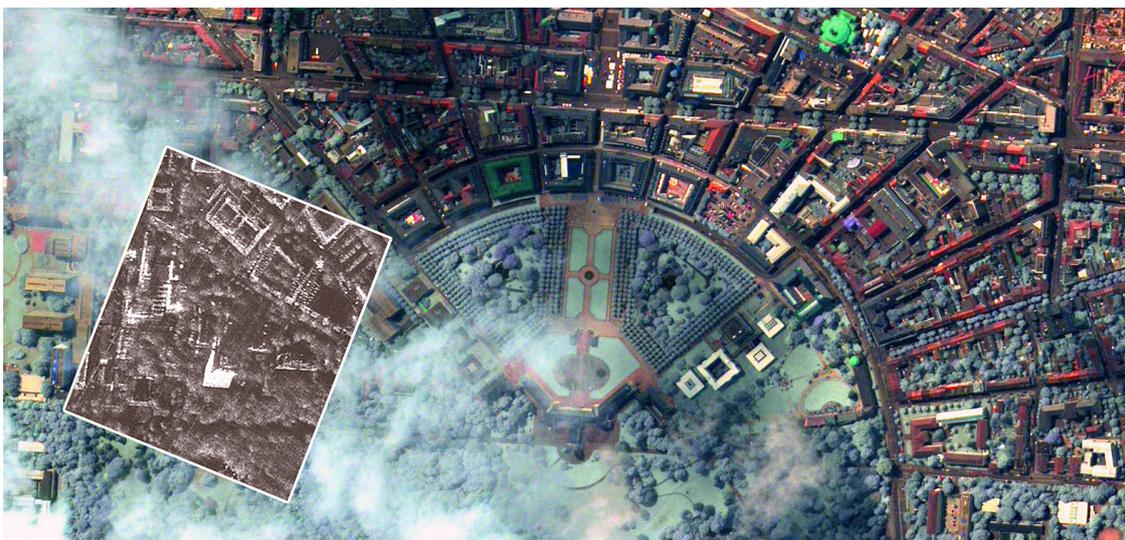


Abb. 20: Optisches Bild mit überlagertem SAR-Bildausschnitt

Dieser Lernprozess gestaltet sich dabei sehr zeitaufwändig und erfordert viel Erfahrung, da die SAR-Bilder, abhängig vom Einstrahlwinkel des Radars, nur indirekt mit einander vergleichbar sind. Die Bundeswehr nutzt heute bereits zur Ausbildung ihrer Bildauswerter den vom Fraunhofer IITB erstellten E-Learning-Kurs „SAR-Tutor“, der von den Grundlagen des SARs bis zur objektspezifischen Auswertung eines Flughafens Lerninhalte bietet.

## Die beteiligten Systeme

Nach Abschluss der Ausbildung zum Bildauswerter, welche durch den SAR-Tutor begleitet wird, erleichtern eine Reihe von Assistenzsystemen die Bewältigung komplexer Fragestellungen. Ein Assistenzsystem, der RecceMan für die Infrastrukturanalyse, erleichtert es dem Bildauswerter, die in einer typischen Szene (z. B. eines Flughafens) vorhandenen Objekte zu identifizieren.

### Das Assistenzsystem RecceMan

RecceMan nutzt zur Beurteilung der Frage, ob ein Flughafen militärisch oder zivil genutzt wird, ein allgemeines Szenenmodell eines Flughafens. Die typischen Infrastruktureinrichtungen sind anhand ihres typischen Vorkommens und der entsprechenden Nutzung als wahrscheinlichkeitsverteiltes Modell hinterlegt. Der Bildauswerter kann die erkannten Objekte markieren und bestätigt dem Assistenzsystem damit deren Vorhandensein in der Szene. Basierend auf den bereits erkannten und markierten Objekten, sowie den hinterlegten Wahrscheinlichkeiten, lassen sich auch die vermutlich ebenfalls auf dem Bild vorhandenen, jedoch noch nicht erkannten Objekte benennen. Damit die Erkennung der noch offenen Objekte aktiv im Assistenzsystem unterstützt wird, liefert RecceMan zusätzlich eine Beschreibung des Objekts und Referenz-Bildmaterial vergleichbarer Objekte.

### Das Ausbildungssystem SAR-Tutor+

Ausgehend von den Inhalten, die sich in dem E-Learning-Kurs SAR-Tutor befinden und die in der Regel jeder neu ausgebildete Bildauswerter kennt, liegt es nahe, diese Inhalte auch beim Bearbeiten einer konkreten Aufgabenstellung verfügbar zu machen. Die derzeit in Entwicklung befindliche Erweiterung „SAR-Tutor+“ nutzt die Inhalte des bestehenden SAR-Tutors, ordnet sie neu an und macht sie unabhängig von dem kompletten Lernkurs zugänglich. Hierzu werden die verfügbaren Inhalte semantisch annotiert und in einer grundlegenden Domänenontologie vernetzt (vgl. Abschnitt „Lerngelegenheiten nutzbar machen“). Durch die Anreicherung der Lerninhalte des SAR-Tutors um didaktische und semantische Bezüge ist es möglich, gezielt aus einer Menge von Informationen auf passende Lerninhalte zu schließen.

### Kopplung von Assistenz- und Ausbildungssystem

Grundlegendes Ziel der Kopplung eines Assistenzsystems mit einem Ausbildungs- bzw. Lernsystem ist die Bereitstellung von passenden Lerngelegenheiten zur Problem-/Aufgabenstellung. Durch die Nutzung der in dem Assistenzsystem gewonnenen Informationen zur Aufgabenstellung und der bereits bewältigten Teilaufgaben ist es sogar möglich, die notwendige Suche nach den passenden Lerninhalten zu automatisieren. Die Erweiterung SAR-Tutor+ soll genau dies tun. Der Benutzer muss nicht aufwändig selbst nach weiteren Informationen zu seinem Problem suchen: das System liefert automatisch die richtigen Inhalte. Kommt der Benutzer bei der Bearbeitung seiner Aufgabe nicht weiter, weil er beispielsweise ein Objekt nicht findet, das laut Assistenzsystem sehr wahrscheinlich vorhanden ist, kann er über die Hilfe-Funktion im RecceMan direkt Lerninhalte abrufen, die zu seinem Problem passen.

Damit die Kopplung gelingt, müssen in einer ersten Phase die Begrifflichkeiten einheitlich abgebildet werden. Da beide Systeme auch weiterhin stand-alone einsetzbar sein sollen, wurde die Begriffsabbildung in einem gesonderten XML-Schema im Sinne eines Thesaurus erfasst. Neben einer eindeutigen ID, die zur Kopplung beider Systeme dient, sind in dem Schema die Begriffsbezeichnung, deren Herkunft sowie eine Beschreibung enthalten. Eine Erweiterung betrifft die Mehrsprachigkeit und Referenzen auf Bilder zu den Begriffen bzw. Objekten.

In der zweiten Phase wird die Szene, die bei der konkreten Infrastrukturanalyse ausgewertet wird, als Ontologie modelliert. Mit der Ontologie ist es möglich, Abhängigkeiten zwischen

Objekten aufzulösen. So können beispielsweise Objekt-Effekt-Ähnlichkeiten im Rahmen eines SAR-Bildes in der Ontologie abgebildet werden, was bei einer Suchanfrage dazu führt, dass Lerninhalte, die in ähnlich gelagerten Objekten diesen Effekt anschaulich beschreibt, auch in der Ergebnispräsentation berücksichtigt werden. Die Entscheidung, welche Inhalte der Benutzer konsumiert, bleibt dabei in der Entscheidungsgewalt des Nutzers. Das System schafft nur einen breiteren Satz an Lerngelegenheiten und präsentiert diese in einer überschaubaren und strukturierten Art und Weise. Die Präsentation der Ergebnisse können z. B. in Form einer MindMap erfolgen oder aber als Lernlandkarte.

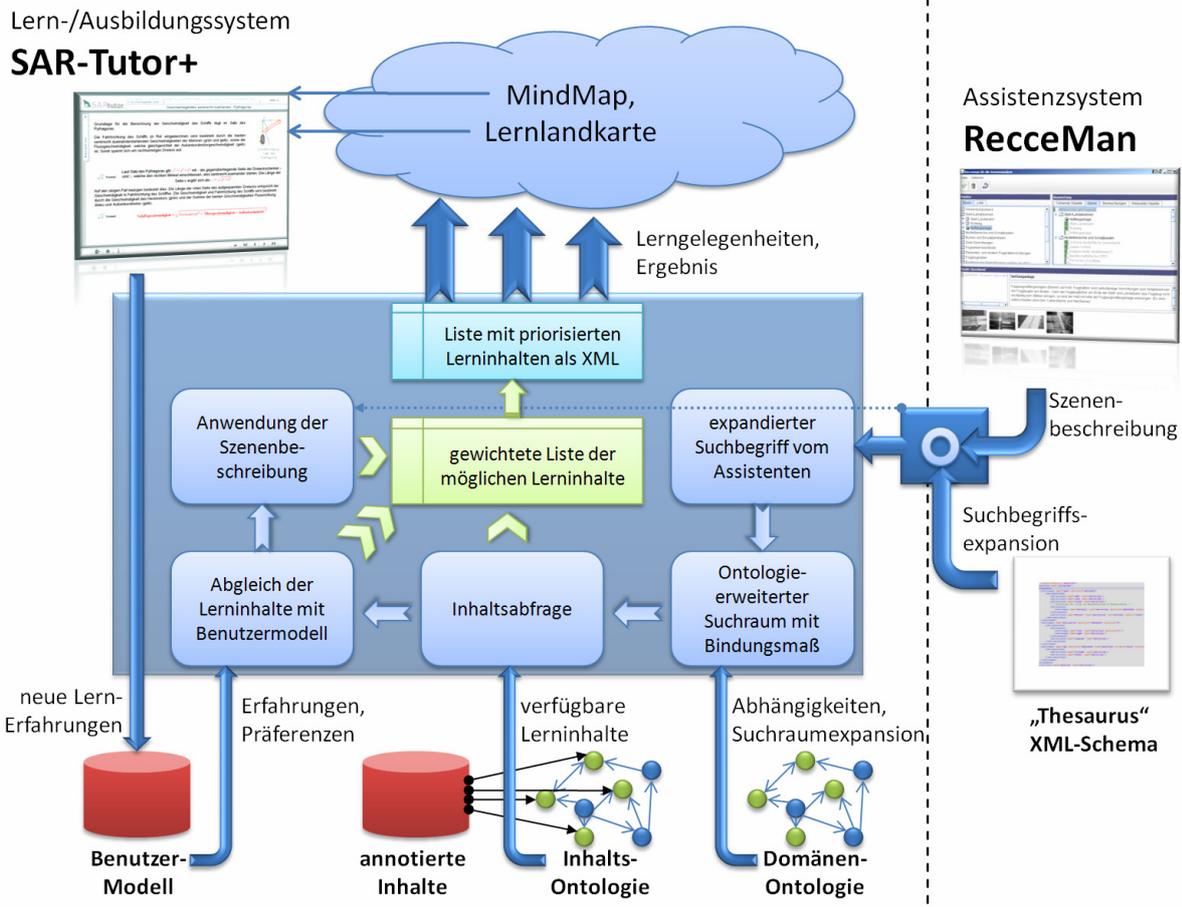


Abb. 21: Suchablauf bei der Kopplung Assistenz- und Lernsystem

## Das Benutzermodell

Eine zentrale Rolle bei der Auswahl passender Lerngelegenheiten kommt dem Benutzermodell zu. Ist das Benutzermodell stabil auf den Benutzer eingestellt, so kann der „Lernraum“ – die Menge an Lerngelegenheiten, die aus Systemsicht für den Lernenden sinnvoll sind – passend eingegrenzt werden. Das System übernimmt dann die Vorauswahl und eine Priorisierung. Die passend erscheinenden Inhalte werden dem Nutzer zuerst angeboten, weitere Treffer mit einer niedrigeren Abdeckung werden hinten angestellt, aber dennoch auch verfügbar gemacht. Die Darstellung der Lerngelegenheiten wird so übersichtlicher, und kann zum Demonstrieren von Zusammenhängen auch in der Form einer MindMap oder Landkarte erfolgen.

Damit das Benutzermodell diese Leistung vollbringen kann, werden drei grundlegende Informationsquellen genutzt:

1. Kenntnisse und Fähigkeiten, Zertifikate und Vorerfahrungen,
2. bereits konsumierte Inhalte und gelöste Aufgaben,
3. die übergebenen Informationen aus dem Assistenzsystem.

Die Kenntnisse und Fähigkeiten, die z. B. aus Zertifikaten, Schulungen, Studium oder anderweitig formalisierte Abschlüssen abgeleitet werden können, werden dem System initial mitgeteilt. Die in dem formalen Abschluss hinterlegten Lernziele können dann als erreichtes Kompetenzniveau im Benutzermodell abgelegt werden. Damit eine einfache Korrelation des Wissensstands auf die Anwendungsdomäne möglich ist, ist es sinnvoll, die Erfahrungen ebenfalls als Ontologie abzulegen.

Das auf diese Weise erzeugte Benutzermodell ist zunächst statisch, sofern nicht weitere Kompetenzen durch den Benutzer nachgetragen werden. Durch die Nutzung des E-Learning-Systems kommt eine zweite Informationsquelle hinzu, durch die das Benutzermodell dynamisch angepasst und aktualisiert werden kann. Neben dem Lernverlauf können insbesondere Lernerfolgskontrollen (mittels Aufgaben) Aufschluss über den Kenntnisstand und Lernerfolg des Benutzers liefern. Gerade bei Lerninhalten, welche nur vage durch formale Abschlüsse klassifizierbar sind, können Rückschlüsse aus bearbeiteten Aufgaben das Benutzermodell stabilisieren.

Ist das Benutzermodell nach einer gewissen Lernzeit dahingehend stabil, dass die dargebotenen Lerninhalte zum einen dem Kompetenzniveau des Lernenden entsprechen und zum anderen auch an die konkrete Arbeitsaufgabe – und somit dem akuten Lernbedarf – angepasst sind, bietet sich eine zusätzliche Feinabstimmung an: die Unterscheidung nach Lernpräferenzen. In einer andauernden Diplomarbeit werden die Lernpräferenzen, die im Rahmen des eingesetzten E-Learning-Programms „Crayons“ unterscheidbar sind, identifiziert und klassifiziert. Die Einteilung der Lernenden ist dabei nicht ausschließlich auf den genutzten Medientyp der Inhalte festgelegt, sondern kann auch aktive und passive Vorlieben berücksichtigen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Benutzermodell zwei zentrale Voraussetzungen für die Akzeptanz des Systems abdeckt:

1. die Auswahl der Lerninhalte orientiert sich an dem Wissensstand des Lernenden,
2. es werden Lerninhalte bevorzugt ausgewählt, die der Lernpräferenz entsprechen und die im Idealfall das Verständnis und die Motivation des Lernenden steigern.

## **Lerngelegenheiten nutzbar machen**

Damit die zielgerichtete Identifizierung von Lerngelegenheiten greift und abhängig vom Lernenden und dessen Aufgabe die passenden Inhalte präsentieren kann, reichen die aus den Inhalten automatisch generierbaren Informationen, wie z. B. durch Indizierung, nicht aus. Vielmehr müssen die Lerninhalte in kleine, in sich abgegrenzte Einheiten zerlegt werden, die sogenannten Wissensseinheiten (WE). Ein Lernsystem kombiniert einzelne Wissensseinheiten zum gleichen Thema zu einer Lerneinheit (LE). Lerneinheiten beinhalten somit Aneinanderreihung einzelner Wissensseinheiten, wobei die Zusammenstellung der Wissensseinheiten dynamisch erfolgen kann, wenn das Lernsystem über Metadaten auf syntaktisch korrekte und didaktisch sinnvolle Anordnungen schließen kann.

Für die Konstruktion der Lerneinheiten ist das Lernsystem demnach darauf angewiesen, dass die Wissensseinheiten annotiert sind, das heißt, sie enthalten Zusatzinformationen in Form von Metadaten. Die Annotation kann dabei teilweise automatisch erfolgen, beispielsweise ist es möglich, den in der Wissensseinheit verwendeten Medientyp automatisiert zu erfassen. Weitere

wichtige Informationen müssen aber zusätzlich vom Autor beim Erstellen der Lerneinheit hinterlegt werden, z. B. didaktische Zusammenhänge wie „Wissenseinheit X ist Voraussetzung für Wissenseinheit Y“, „Wissenseinheit X gehört zu Y“ oder „Wissenseinheit X steht zeitlich vor Y“. Darüber hinaus sollte die Wissensart (beispielsweise „Erklärungswissen“ oder „Handlungswissen“) und das erforderliche Kompetenzniveau festgelegt werden. Mit diesen Informationen und dem zusätzlichen Wissen über den Lernenden aus dem Benutzermodell ist es dann – unter Berücksichtigung der Webdidaktik [Swertz, 2004; Meder, 2006] – möglich, einen didaktisch sinnvollen Aufbau einer Lerneinheit zu generieren. Die Lerneinheit basiert auf einer Vielzahl von Wissenseinheiten und kann die Wissenslücke zur gegebenen Fragestellung schließen. Bei der Zusammenstellung der Lerneinheit sollte in einer weiteren Ausbaustufe auch das Wissen aus dem (Fach-)Domänenmodell, in unserem Fall des Flugplatzes, zum Einsatz kommen. So können über die Domänenontologie nah verwandte Themen identifiziert werden und in die Lerneinheit integriert werden.

Verfolgt man den Gedanken der Kopplung weiter, stellt die Bearbeitung der aktuellen Problemstellung und damit das zeitnahe Schließen einer vorhandenen Wissenslücke nur die erste Stufe des Lernens dar. Vorstellbar ist auch, dass der Lerner sich die vorgeschlagenen Lerngelegenheiten lediglich vormerkt um zu einem späteren Zeitpunkt – an welchem entspanntes Lernen möglich ist – die Sammlung an vorgemerkten Lerninhalten als Ganzes nutzt. Hier ist die Zusammenstellung der vorgemerkten Inhalte zu einem geschlossenen Lernkurs das Ziel, so dass die Inhalte auf einander aufbauen und sich im Idealfall passend ergänzen. Durch die passende Modellierung der Anwendungsdomäne in Form einer Ontologie ist diese Zusammenstellung leicht abbildbar, da die Ontologie indirekt die Abhängigkeiten zwischen den Themen einzelner Einheiten beschreibt und somit für die Generierung des Lernkurses nutzbar ist.

Dieser umfassendere Lernvorgang kann auch unabhängig von der Kopplung mit dem Assistenzsystem erfolgen. Zur Bearbeitung seiner konkreten Aufgabenstellung wird der Nutzer nach dem erfolgreichen Wissenserwerb zurück ins Assistenzsystem wechseln und seine Aufgabe weiter bearbeiten.

## Fazit

Die Kopplung von Assistenzsystemen mit Ausbildungssystemen bringt den Vorteil, dass das Ausbildungssystem Lerninhalte gezielt anhand der gegebenen Aufgabenstellung identifizieren kann. Durch die enge Kopplung beider Systeme und die gemeinsame Basis der verwendeten Begriffe ist es darüber hinaus möglich, Lerngelegenheiten zu finden, die nur indirekt die Fragestellung betreffen, zum Schließen der Wissenslücke jedoch aktiv beitragen können.

Auch das Assistenzsystem profitiert von der Kopplung. Es bietet die Übersicht über wahrscheinliche Objekte und deren Zusammenhänge, die Objekte selbst sind aber nur mit einer kurzen Erläuterung und einer Auswahl an Bildbeispielen beschrieben, so dass die Informationen übersichtlich bleiben. Durch die Auslagerung von weiteren Hilfestellungen in das Lernsystem bleibt das Assistenzsystem schlank und gut handhabbar, ohne den Nutzer bei Problemen alleine zu lassen.

Damit diese Systemdurchgängigkeit zuverlässig funktioniert, müssen die zugrundeliegenden Wissenseinheiten zum einen mit Metadaten versehen werden, andererseits aber auch in einem umfassenden Zusammenhang dargestellt werden. Diese zusammenhängende Darstellung ist durch die Modellierung mittels Ontologien gegeben.

## Literatur

Meder, N. (2006). *Web-Didaktik - Eine neue Didaktik webbasierten, vernetzten Lernens*, Reihe Wissen und Bildung im Internet. Bertelsmann, Bielefeld.

Swertz, C. (2004). Didaktisches Design - Ein Leitfaden für den Aufbau hypermedialer Lernsysteme mit der Web-Didaktik. Bertelsmann, Bielefeld.