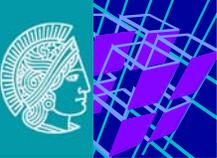


Rückkopplung zur Qualitätssicherung im Authoring von E-Learning Content

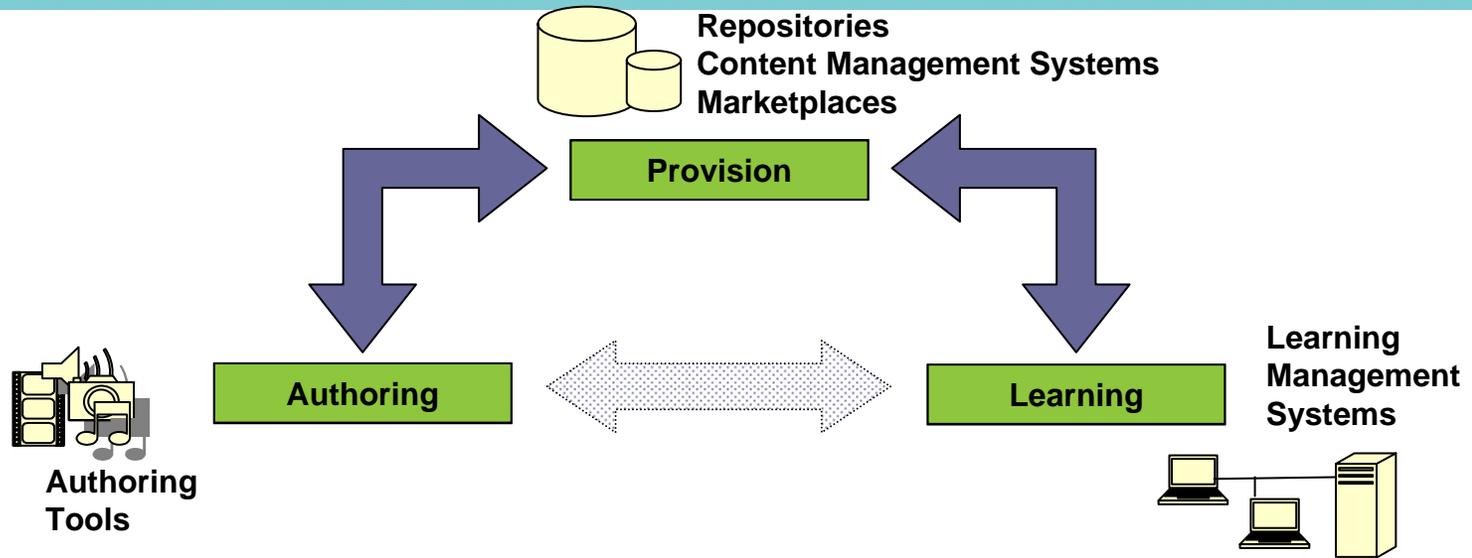
Prof. Dr.-Ing. **Ralf Steinmetz**, Dr.-Ing. Christoph Rensing

KOM - Multimedia Communications Lab
Dept. of Electrical Engineering and Information Technology, Dept. of Computer Science
TUD – Technische Universität Darmstadt
Merckstr. 25, D-64283 Darmstadt, Germany,
Ralf.Steinmetz@KOM.tu-darmstadt.de Tel.+49 6151 166151, Fax. +49 6151 166152

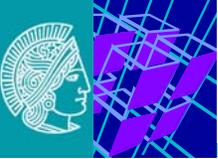
httc - Hessian Telemedia Technology Competence-Center e.V
Merckstr. 25, D-64283 Darmstadt, Ralf.Steinmetz@httc.de



Overview

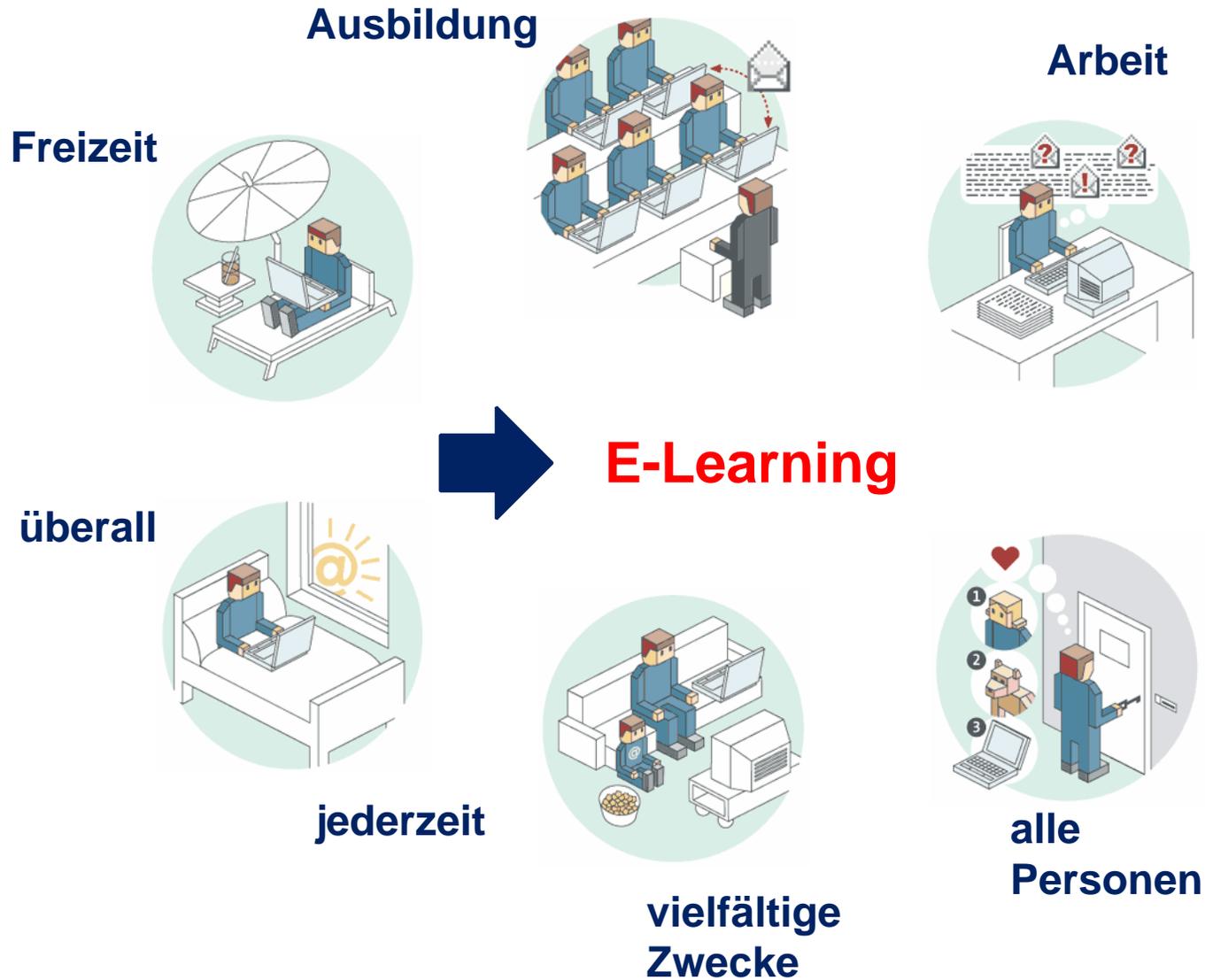


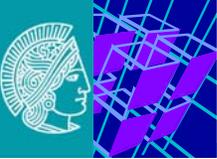
- 1 Was ist E-Learning / E-Learning Content?
- 2 Content Lebenszyklus & Technologien
- 3 E-Learning Content Formen und Formate
- 4 Systeme & Tools für Content Authoring
- 5 Systeme für Content Provision
- 6 Systeme für Learning / Teaching
- 7 Rückkopplung im Content Lebenszyklus



1 Was ist E-Learning / E-Learning Content?

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de





Telemedia / Augmented / Blended Learning

Telemedia Learning

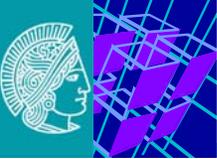
- Technologische Unterstützung der Lernprozesse außerhalb von Präsenzveranstaltungen
- Beispiele:
 - Inhaltsaufbereitung in Form von WBTs
 - Nutzung einer Lernplattform für
 - Inhaltsvermittlung, Kommunikation und Übungen

Augmented Learning

- Technologische Unterstützung und Anreicherung der Präsenzlehre
- Beispiele:
 - Vorlesungspräsentation im Digitalen Hörsaal oder mit Lecturnity
 - Digitales Feedback in Präsenzveranstaltung

Blended Learning

- Verbindung von
 - Telemedia Learning und
 - traditioneller Präsenzlehre (oder Augmented Learning)



E-Learning Szenarien

Verschiedene **Dimensionen der Lehrveranstaltung** werden über das Internet

- orts- und weitgehend zeitunabhängig abgebildet;
d.h.:

Information –

- Content digitalisiert und multimedial;
- online und/oder offline
 - (Audio, Video, Text, Animationen, Simulationen ...)

Kommunikation –

- asynchron und/oder synchron
- über Internet
 - (Foren, Chats, email ...)

Lernkontrolle –

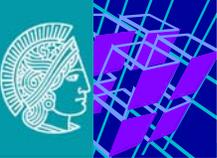
- Prüfungen und Kontrollen des Lernfortschritts über
 - die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien
 - (Multiple Choice, Fragebögen, User Tracking, Portfolios der Studierenden ...)

Administration –

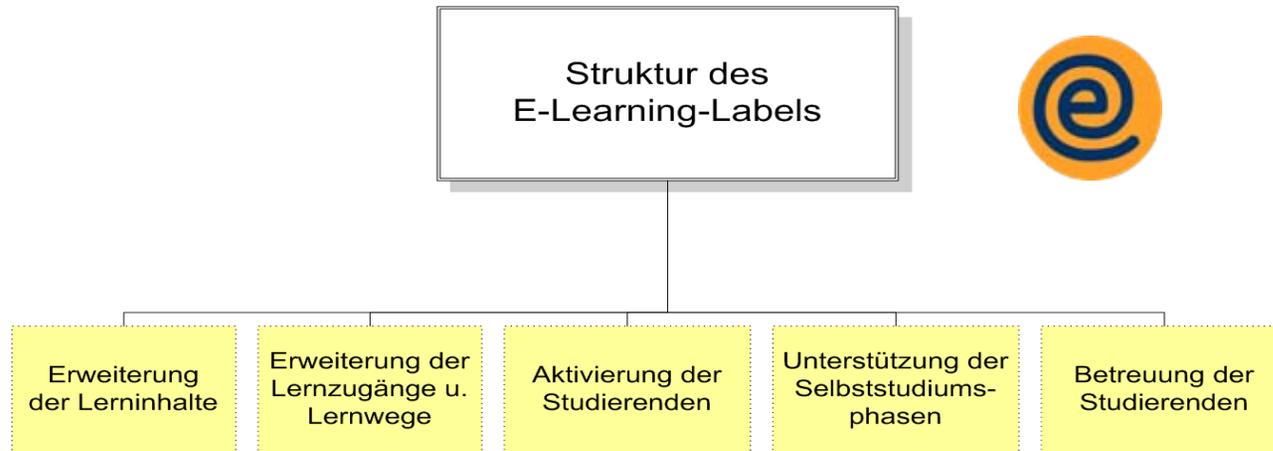
- administrative Anforderungen mit Einbezug des Internets
 - (an/abmelden, Einreichen von Prüfungen ...)

Sozialisation –

- Gemeinschaft der Studierenden durch den Einsatz der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien
 - (virtuelles Café, Arbeitsgruppen, peer-to-peer support ...)



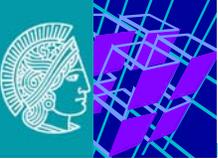
Was ist eine E-Learning Veranstaltung? Label der TUD



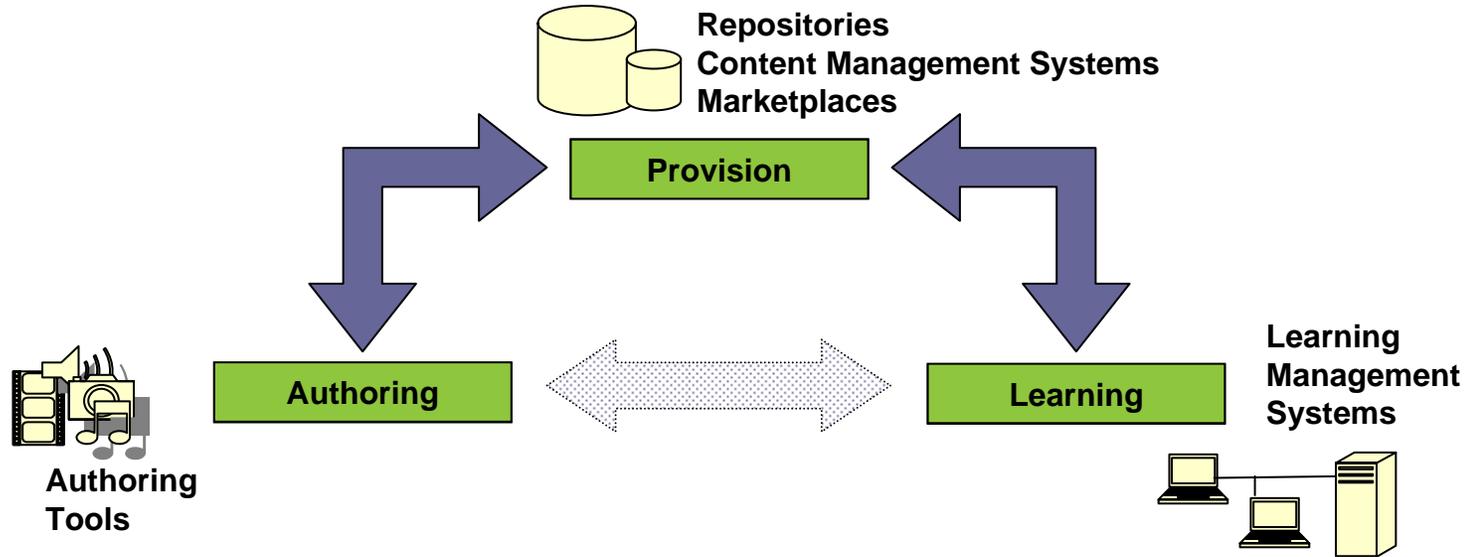
Labelvergabe

- 11 Kriterien mit insgesamt
 - 31 untergeordneten Fragen
- 6 Kriterien müssen mindestens erfüllt sein für die Labelvergabe

1. Bereitstellung von Lernvoraussetzungen
2. Lehr-/Lernzielspezifikation
3. Interaktion & Kommunikation
4. Individualisierung des Lernwegs
5. Lehrevaluation und Lernzielkontrolle
6. Förderung selbstständigen Lernens
7. Aufnahme neuer Inhalte
8. Neustrukturierung von Lehrinhalten
9. mediale Darstellung
10. örtlicher/zeitlicher Zugriff
11. Betreuung der Studierenden



2 Content Lebenszyklus & Technologien



Content Authoring

- (multimediale) Aufbereitung
 - der Lehrinhalte

Content Provision

- Speicherung und Bereitstellung
 - der Inhalte

Learning / Teaching

- Administration von und Zugriff auf (Nutzung der)
 - Inhalte



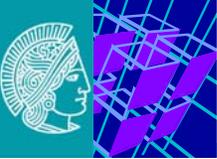
E-Learning Content Formen

- vom Autoren aufbereitete Inhalte

- Texte
- Selbsttests
- Audio
- Video
- Veranstaltungs-Recordings
- Bilder
- Graphiken
- Animationen
- Simulationen
- Kombination dieser Formen in komplexen Lernobjekten
- ...

- während des Lernprozesses entstehende Inhalte

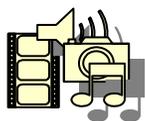
- Wikis
- Blogs
- Foren
- FAQs
- ...



E-Learning Content Formate

Bestimmt durch Content Form und Autorenwerkzeuge

Text	pdf / doc / txt / ...
Text und Bildkombinationen	html / xml
Animationen / Simulationen	Flash
Streaming Video	Real Video / Windows Media / Quicktime / Flash Video Streaming
Video	AVI, MPG (verschiedene Codecs)

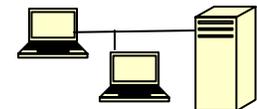


Authoring
Tools

Authoring



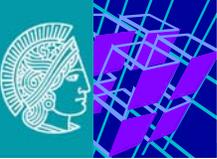
Learning



Learning
Management
Systems

Formate zum Austausch von Content

- AICC SCORM (Shareable Content Object Reference Model)
- QTI (Question & Test Interoperability)



Standardisierte Content Formate zum Austausch

Standards sind bedeutsam für Wiederverwendung

- Unabhängigkeit von Authoring Tools und LMS
- Wechsel des Anbieters von LMS
- Nutzung (Zukauf) von Inhalten anderer Anbieter
- Kommunikation zwischen Inhalt und LMS

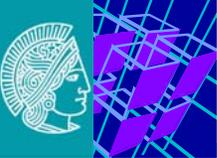
AICC SCORM

(Shareable Content Object Reference Model)

- SCORM 1.2
- SCORM 2004 (ehemals SCORM 1.3)

QTI (Question & Test Interoperability)

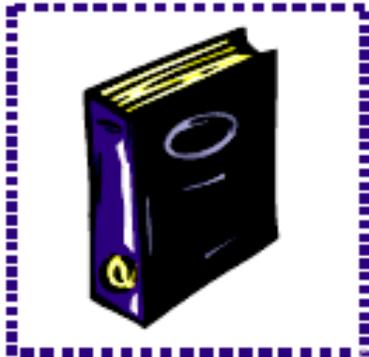
- QTI 1.0
- QTI 2.0



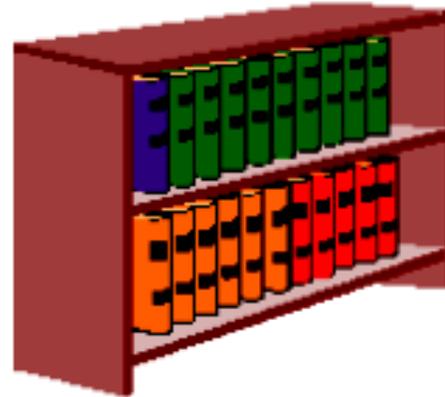
SCORM - Überblick

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de

SCORM
Overview



SCORM
Sequencing and Navigation



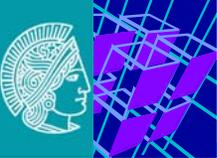
SCORM Content
Aggregation Model



SCORM
Run-Time Environment



SCORM 1.2 has three books. It does not have the sequencing & navigation part.



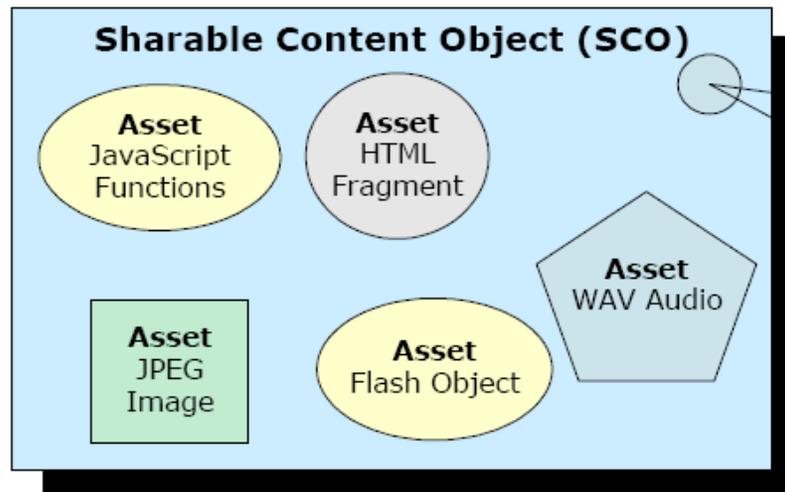
SCORM Inhaltsmodell

beschreibt

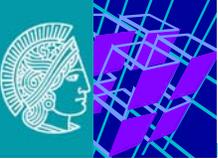
- physische Struktur des Inhalts und
- aller Beziehungen zwischen verschiedenen Inhalten

unterscheidet

- **Asset:**
 - grundlegendste Ebene einer Lernressource
 - zB Einzelbild, Datei, die alleine noch keine (sinnvolle) Lerneinheit sind
- **SCO: Shareable Content Object**
 - Sammlung von einem oder mehreren Assets.
 - Kleinste Einheit einer Lernressource,
 - die Gebrauch von der SCORM-Ausführungsumgebung (RTE) macht, um mit LMS(s) zu kommunizieren



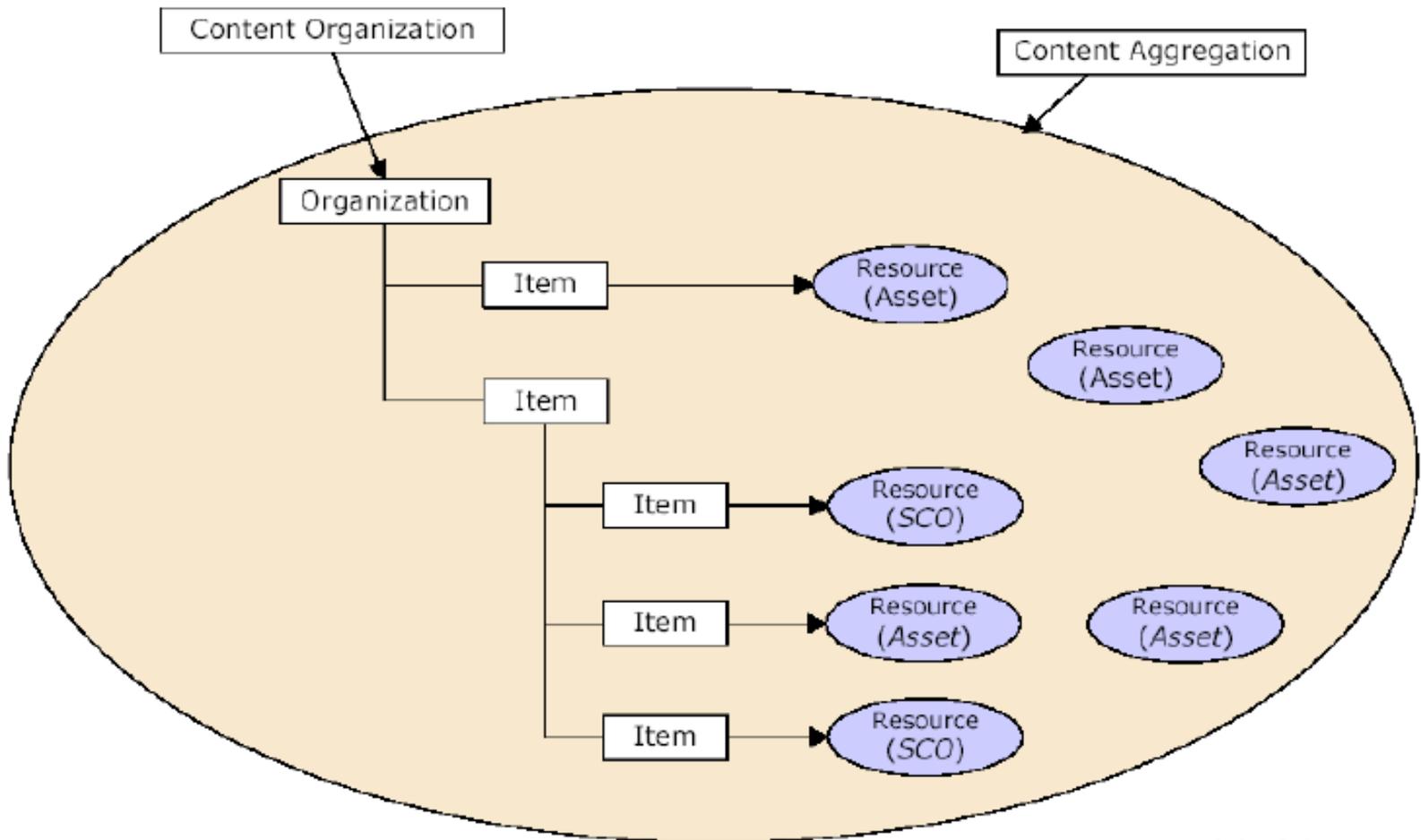
Quelle: AICC,
SCORM 2004

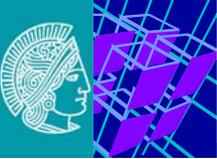


SCORM Content Structure

Sammlung von

- SCO(s) und/oder Assets,
- die in einer besonderen Art organisiert sind.

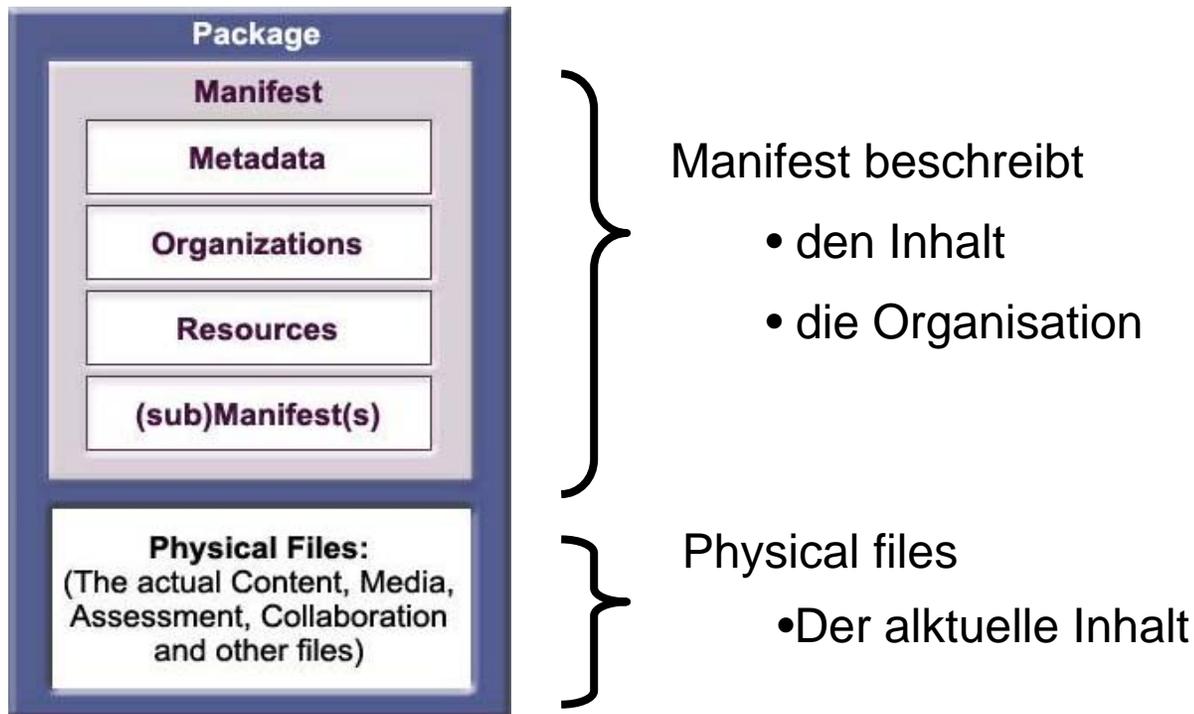


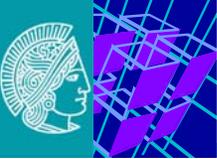


IMS Content Package

Sammlung von allen Dateien,

- die benötigt werden, um den Inhalt in einem Standardformat zum Laufen zu bringen.





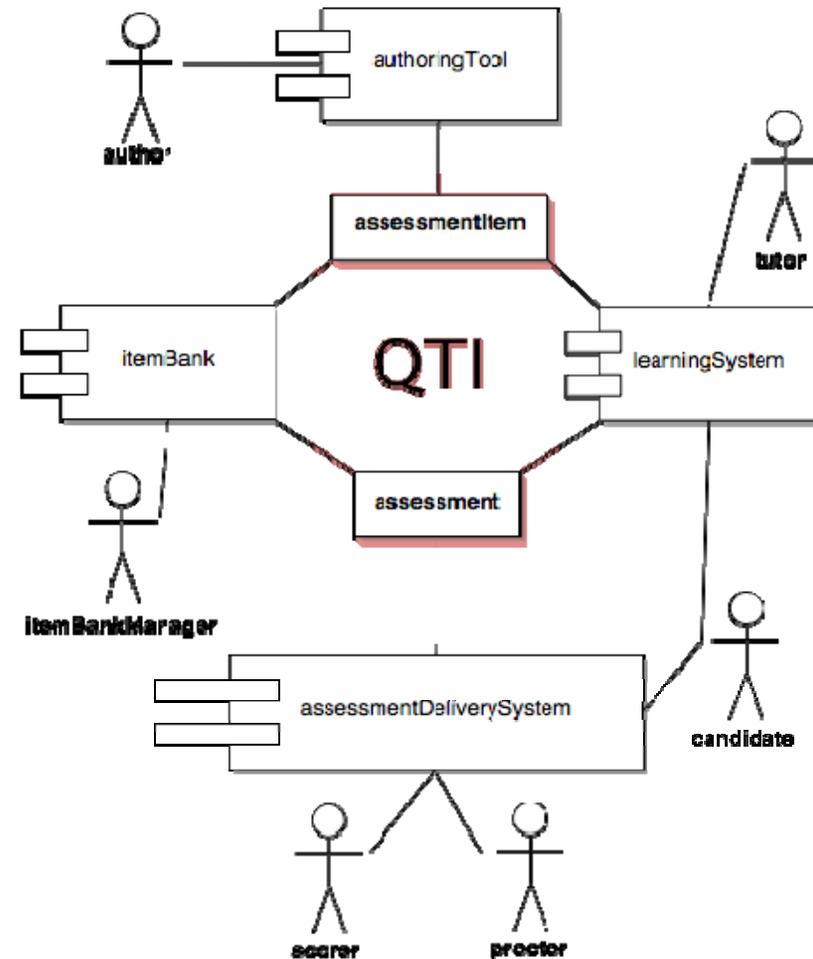
QTI (Question & Test Interoperability)

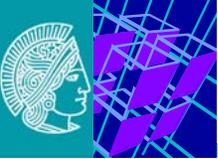
XML Standard zur Formulierung

- von Fragen unterschiedlichen Typs
 - (Items)
- deren Zusammenstellung
 - in Tests
 - (Assessments) und
 - Ergebnisauswertung
 - (Result Report, Result Scoring)

Ca. 20 verschiedene Fragentypen (AssessmentItems)

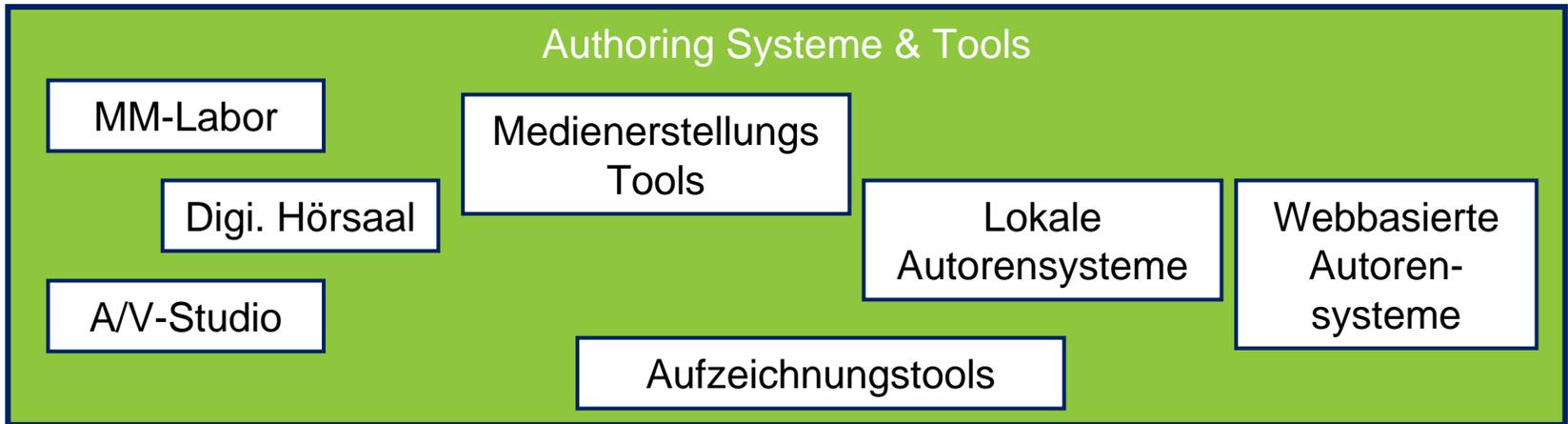
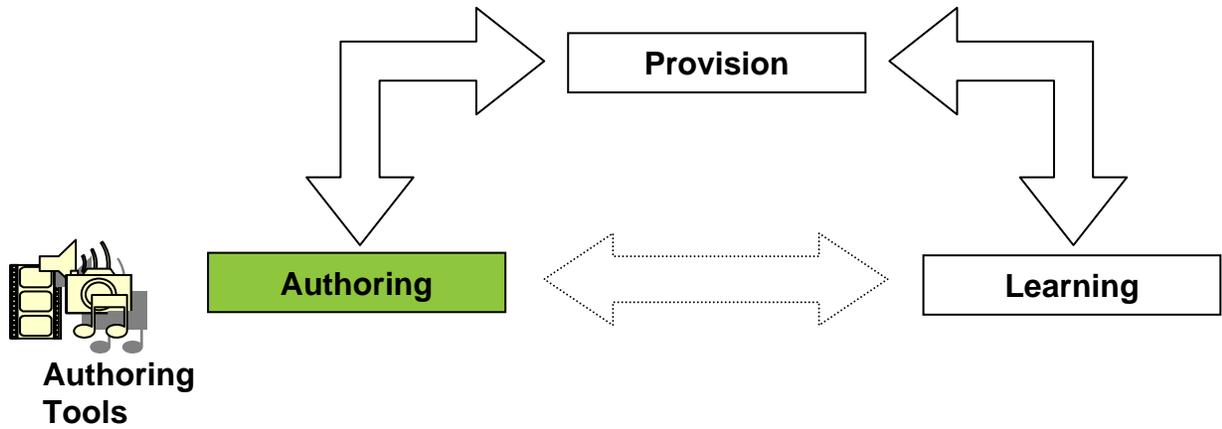
- Multiple Choice / - Response,
- Eingabe-Lückentexte, Auswahl-Lückentexte
- Schieberegler
- Zuordnungen
- Grafische Fragen
- ...
- Kombinationen mehrerer Items (Compositeltem)

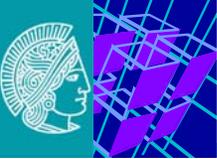




4 Systeme & Tools für Content Authoring

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de





Authoring Tools

Audio- /Video- Aufzeichnungs-
und -bearbeitungswerkzeuge

Office-Anwendungen mit
Formatumwandler

Screen Recording

Animationswerkzeuge

Testgeneratoren

Graphikbearbeitungs-
werkzeuge

Bildbearbeitungswerkzeuge

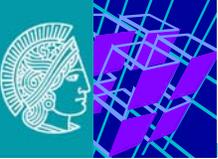
HTML-Editoren

Authoring on the Fly Tools

Autorensysteme

Medien

Lernobjekte



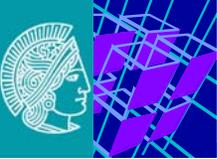
Screen Recording / Bildschirmkameras

Aufzeichnungen von Bildschirm-Inhalten

- Einsatzfelder
 - Software-Demonstrationen
 - Tutorials
 - Hilfe-Systeme
- Arbeitsweise



- Produkte
 - Camtasia Studio
 - Matchware Screencorder



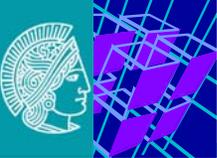
Authoring on the Fly

Produktion von E-Lectures

- Einsatzfelder
 - Aufzeichnung von Vorträgen
 - Lehrveranstaltungen
- Arbeitsweise

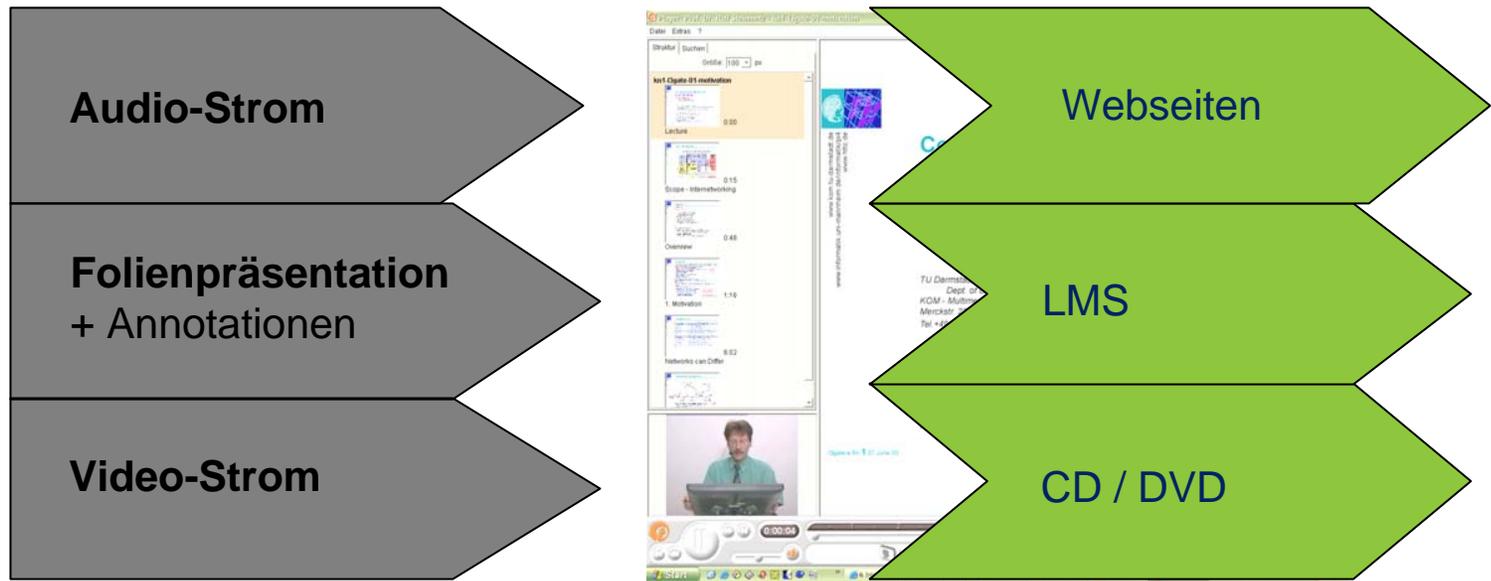


- Produkte
 - IMC Lecturnity
 - Tegrity Weblearner



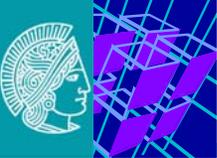
Authoring on the Fly

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de



Vorteile

- Aufzeichnung aller Datenströme passiert mit einem einzigen Tool
- Beibehaltung des klassischen Vortragsstils
 - (rel. wenig Aufwand für den Vortragenden)
- Flexible Inhaltsverteilung durch die verfügbaren Ausgabeformate
 - (Online, Offline)



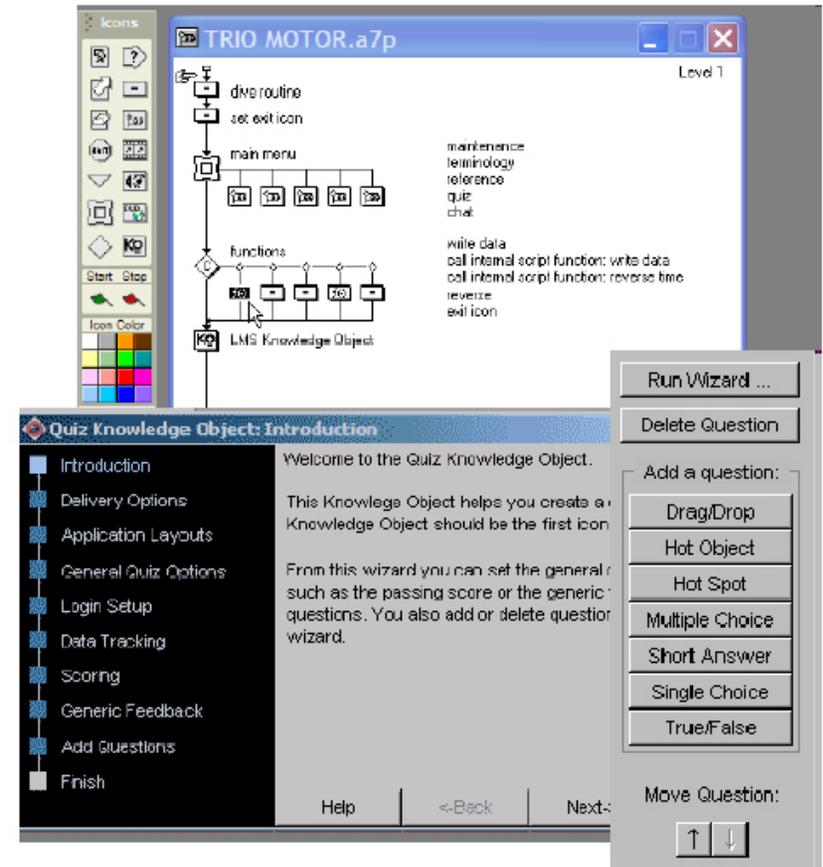
Lokale Autorensysteme

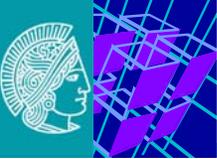
Seitenorientiert

- d.h. Seitenfolge bestimmt Ablauf
 - „Drag und Drop“ von Objekten aus Katalog auf Seite
 - Anreicherung der Seiten mit Interaktionselementen
 - Templates / Wizards

Flussdiagramm-orientiert

- d.h. Flussdiagramm bestimmt Ablauf – Dynamik und Interaktivität
 - Folge von erscheinenden Objekten plus Aktionen
 - Benutzeraktionen führen in verschiedene Pfade
 - Nutzung von Templates / Wizards

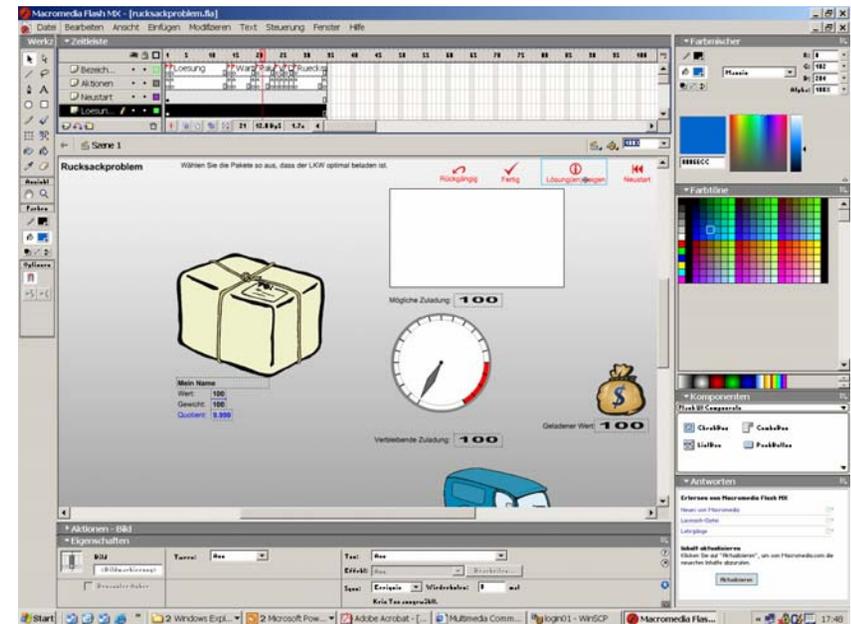


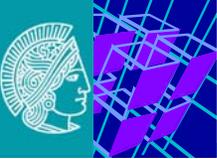


Lokale Autorensysteme

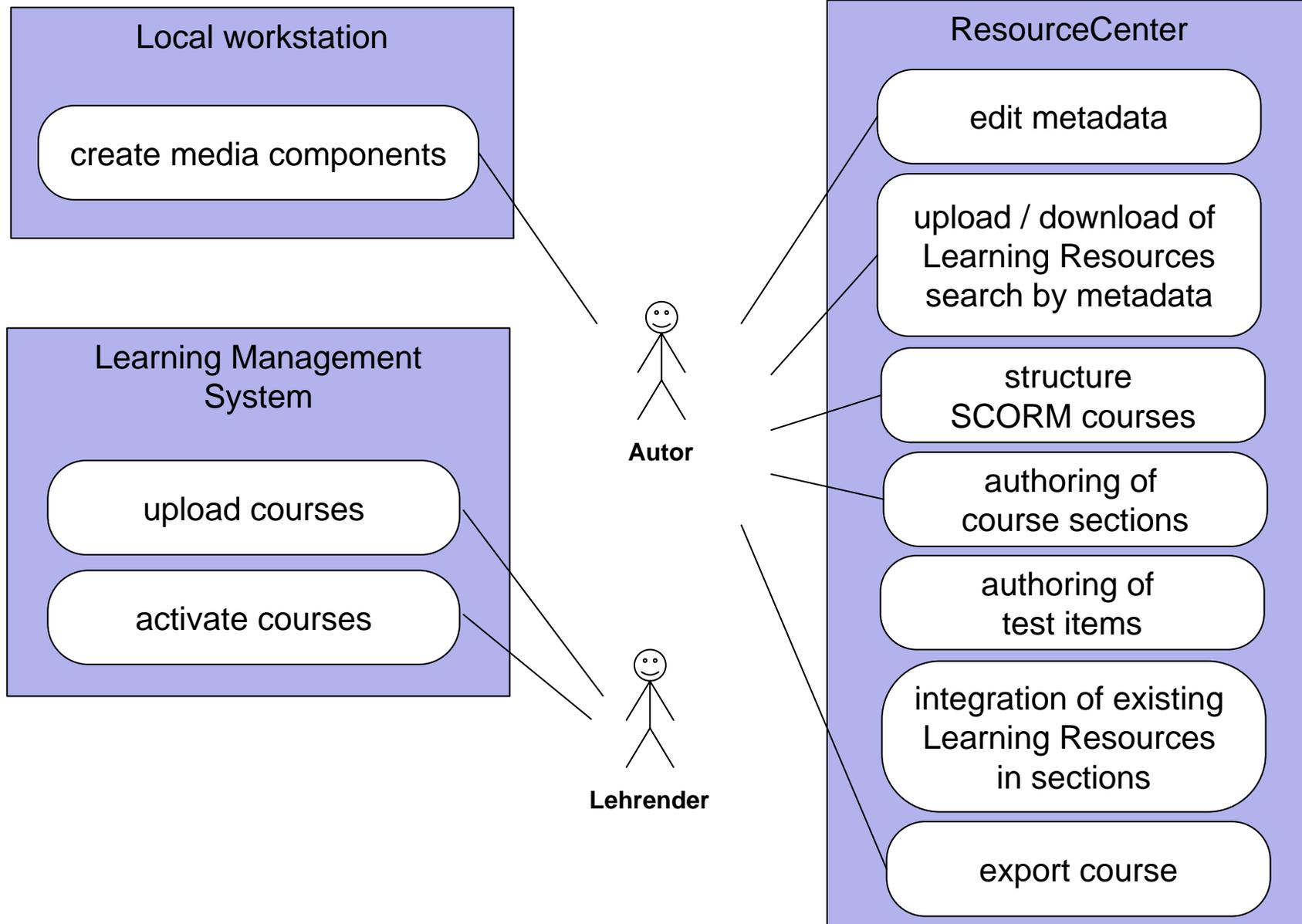
Zeitleistenorientiert,

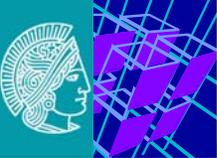
- d.h. Dynamik über Zeitleistensteuerung
 - zum Zeitpunkt x gehe zum nächsten Bild
- Interaktion mittels Programmierung
- Steuerung über Benutzereingaben





Webbasierte Autorensysteme - ResourceCenter





ResourceCenter - Kurseditor

Autorensystem
mit integriertem
Repository

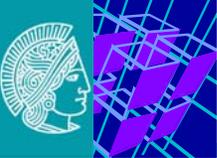
Transparente
Sammlung von
Metadaten

Authoring by
aggregation

Export von
SCORM CP

Strukturierung
von Kursen

Trennung von
Inhalt und
Layout



ResourceCenter - Testitemeditor

ResourceCenter - Mozilla Firefox

File Edit View Go Bookmarks Tools Help

http://resourcecenter.kom.e-technik.tu-darmstadt.de:8080/rc/authoring/questioneditor.do

KOM htfc ResourceCenter TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Angemeldet als rensing Benutzerprofil Abmelden

ResourceCenter
News [bearbeiten]
Suchen
Aufladen
Kurs importieren

Meine Ressourcen
Kurse
Abschnitte
Testfragen (neu)
Tabellen
Assets
Alle Ressourcen

Administration
Backup importieren
Backup exportieren
Benutzerprofile
Gruppenprofile
Autorengruppenprofile
Statistiken

Hilfe
Onlinehilfe
Kontakt

Frageneditor (Forced Choice)

Titel: Standards im E-Learning
Beschreibung: Standards im E-Learning
Schlüsselwörter: Standards | E-Learning

Metadaten bearbeiten

Frage

Medienressourcen zu dieser Frage: +

Welches sind Standards im E-Learning?

Antworten

Nr.	Antwort	richtig	Punkte*
1.	AICC SCORM	<input checked="" type="radio"/>	2.0
2.	TCP	<input type="radio"/>	1.0
3.	QTI 3.1	<input type="radio"/>	1.0

* Punkte werden bei richtiger Antwort positiv gezählt, bei falscher negativ.

Feedback

Feedback bei richtiger Antwort:

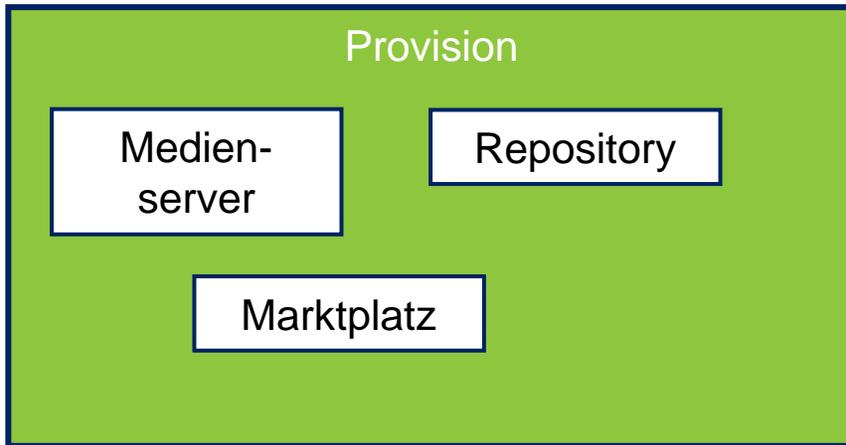
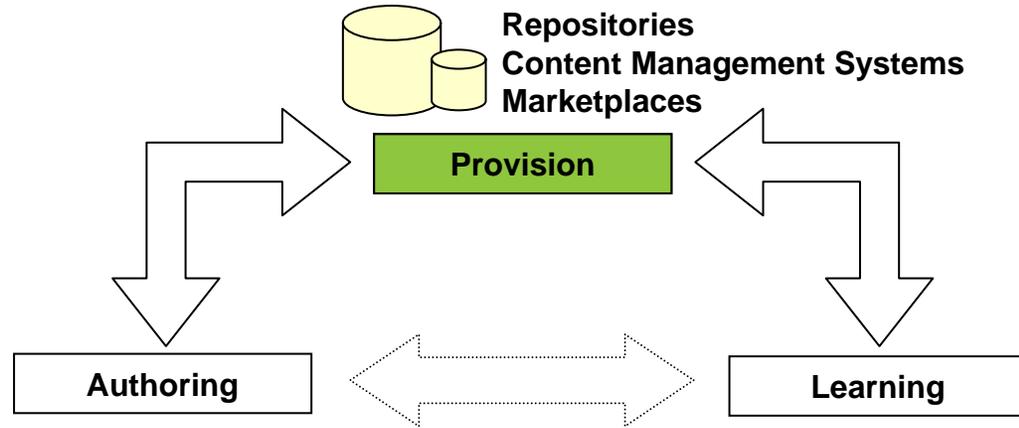
Sie sollten

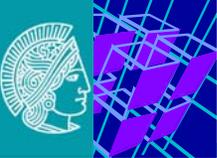
Transparente Sammlung von Metadaten

Einfache WYSIWYG Erstellung

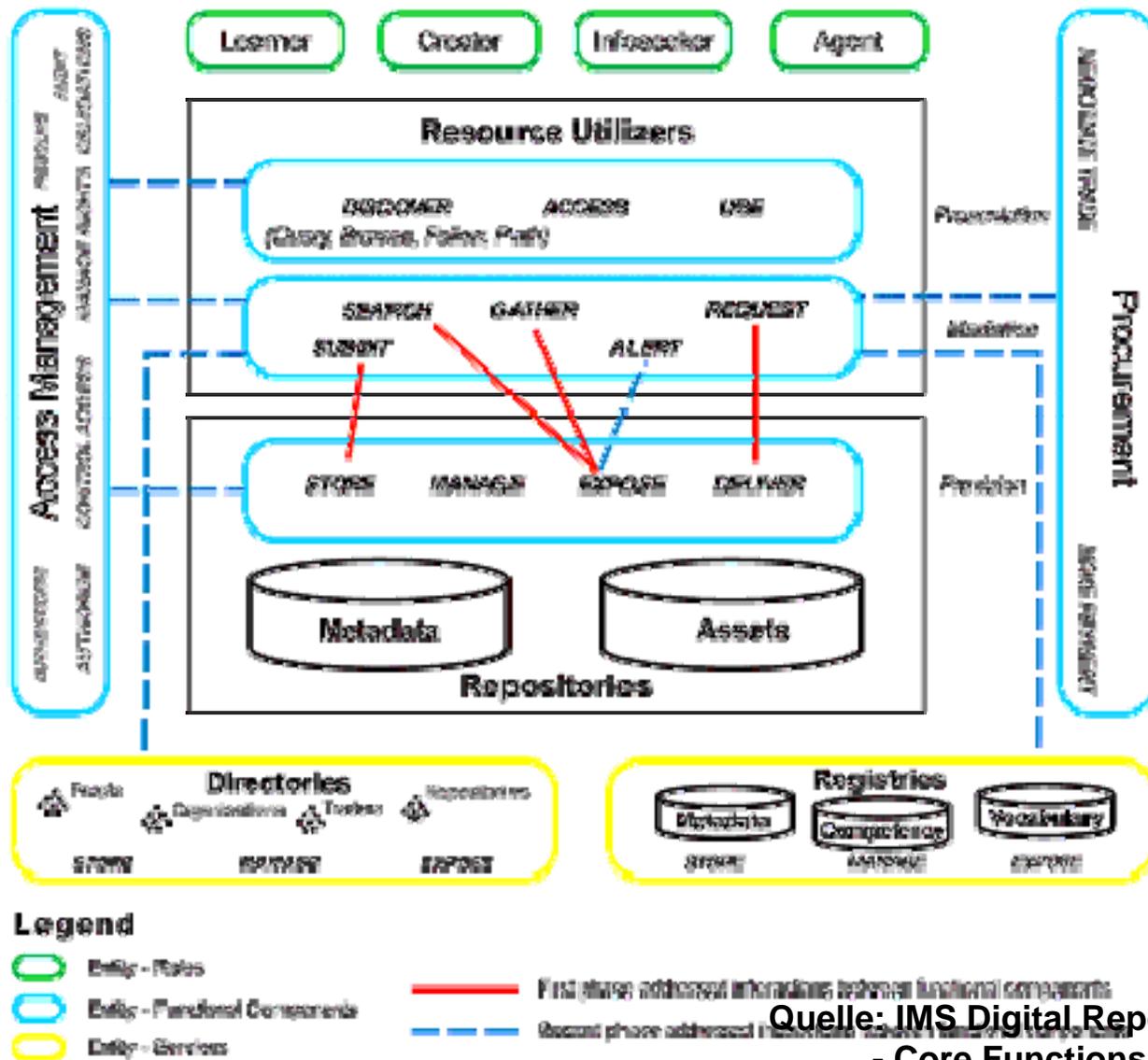


5 Systeme für Content Provision



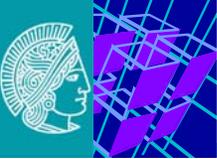


Content – Repository - Funktionalitäten



Quelle: IMS Digital Repositories Interoperability - Core Functions Information Model

Version 1.0 Final Specification



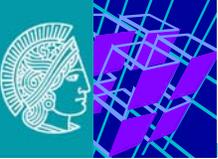
Content Repositories - Beispiele

LORs (Learning Object Repositories):

- ARIADNE Foundation (EU)
- MERLOT –
 - Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (US)
- eduSource Canada (Canada)
- CAREO –
 - Campus of Alberta Repository of Educational Objects (Canada)
- EdNA Online –
 - Education Network Australia (Australia)
- ...
- • ResourceCenter – Darmstadt - Germany

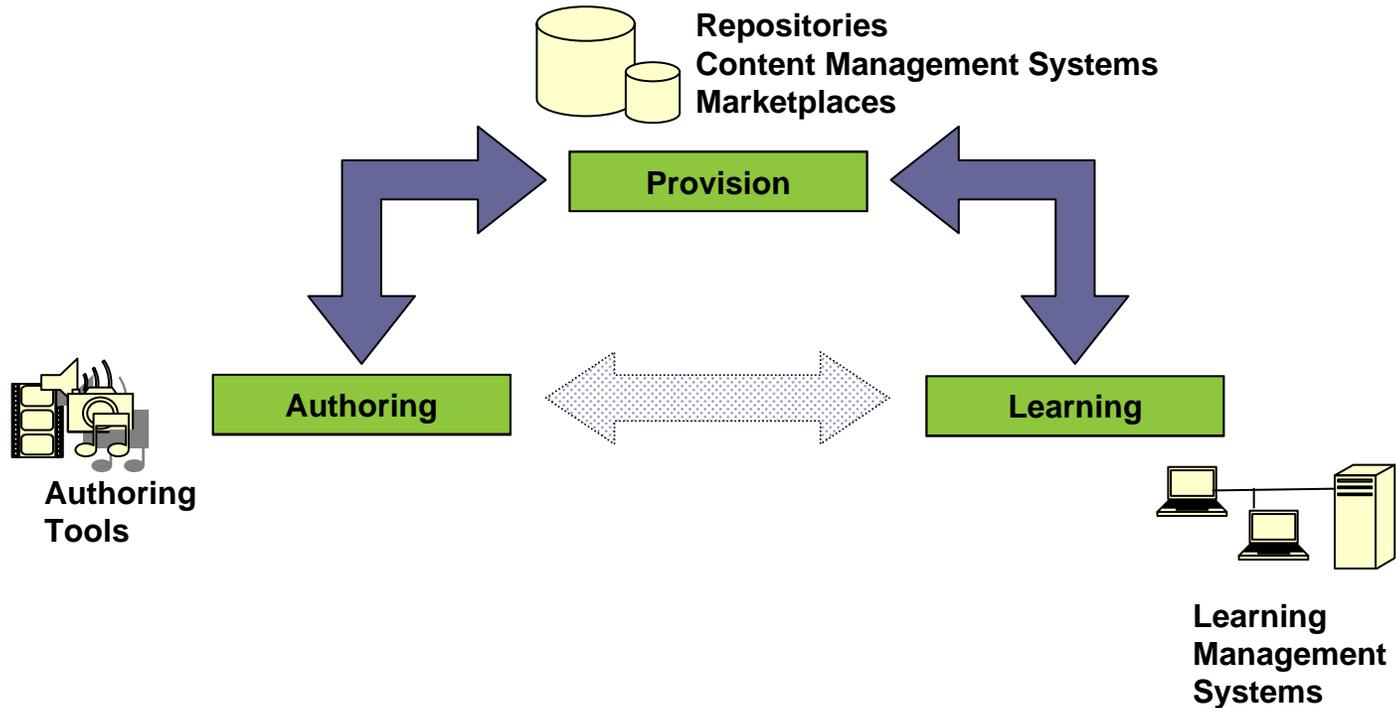
Globe - Global Learning Objects Brokered Exchange

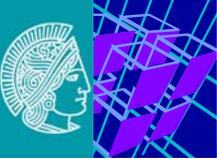
- Consortium of existing LORs
- Federated search between different LORs



Standards als Basis von Content Provision

Metadaten zur Beschreibung von Lernressourcen





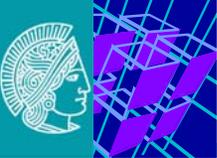
Metadaten zur Beschreibung von Lernressourcen

IEEE LTSC - LOM (Learning Object Metadata)

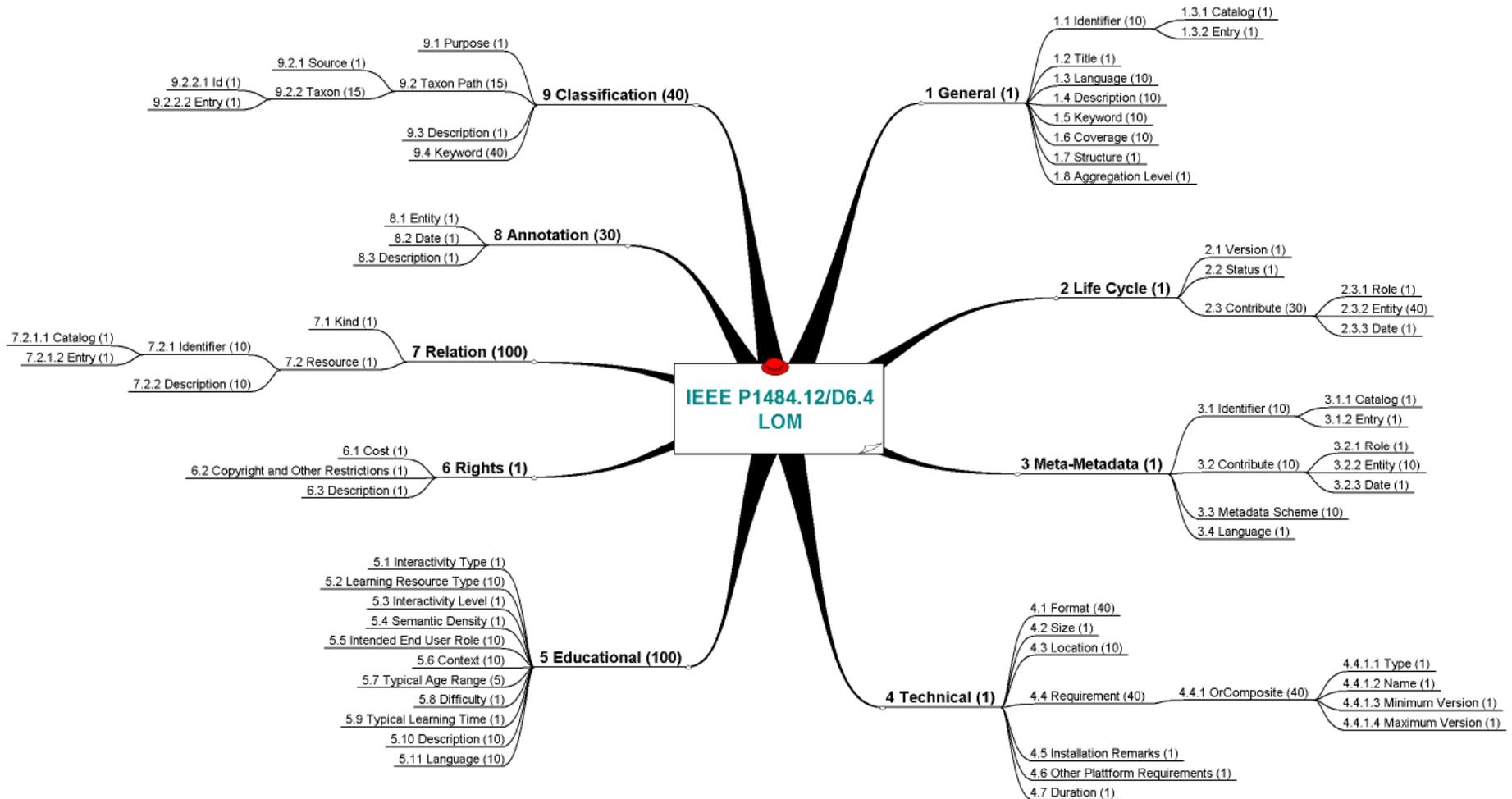
- Datenschema für Metadaten
- zur Beschreibung von Lern-Objekten
- zur Speicherung und Verwaltung in einem Content Repository

Dublin Core Metadata Element Set

- Datenschema für Metadaten
- zur Beschreibung von digitalen Ressource
- zur Speicherung und Verwaltung in einer digitalen Bibliothek

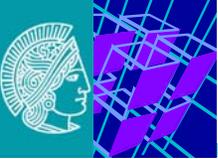


LOM Kategorien



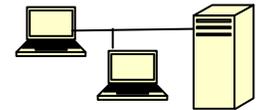
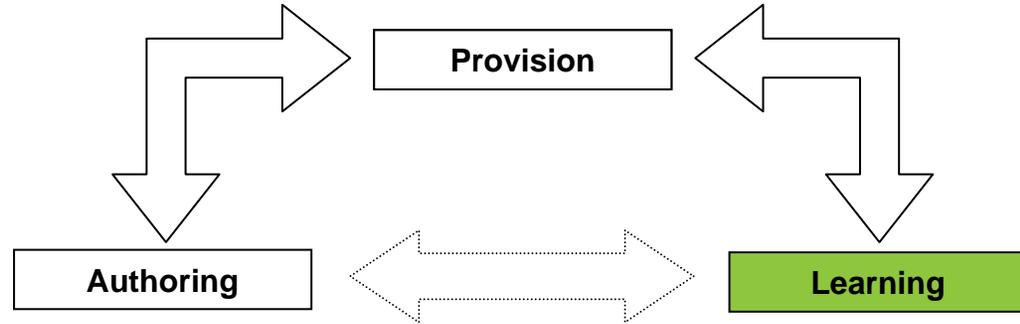
Overview of LOM draft 6.4

The numbers in parenthesis show the multiplicity of the element. Numbers greater than 1 indicate the smallest permitted maximum of entries an implementation must allow. This mind map was prepared by Thomas Hermann, Teleteach GmbH, Germany. Please send any comments to th@teleteach.de

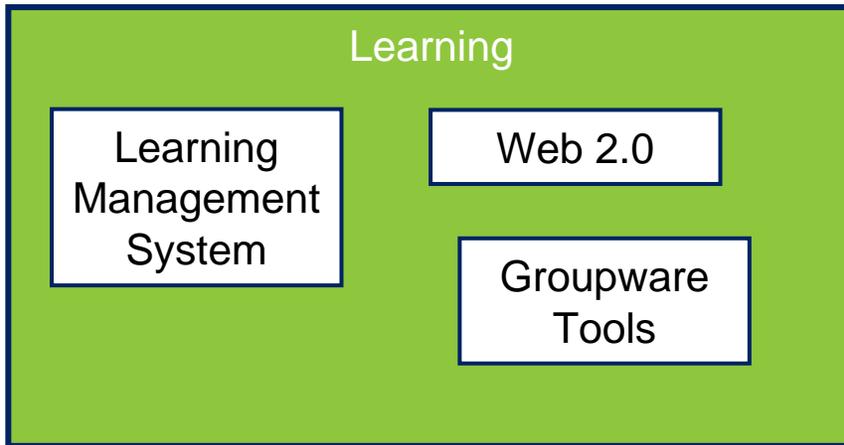


6 Systeme für Learning / Teaching

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de



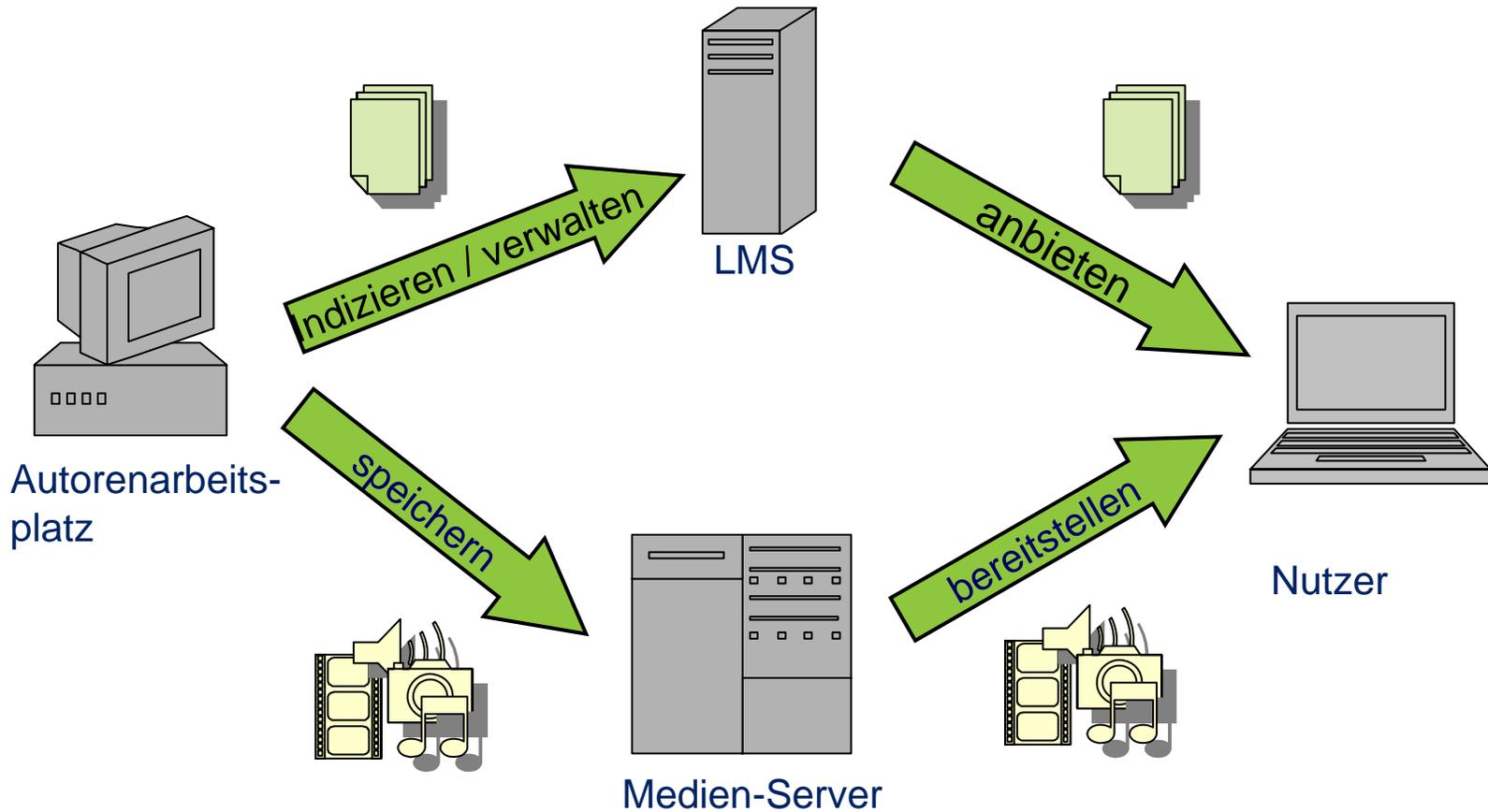
Learning Management Systems

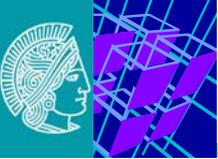




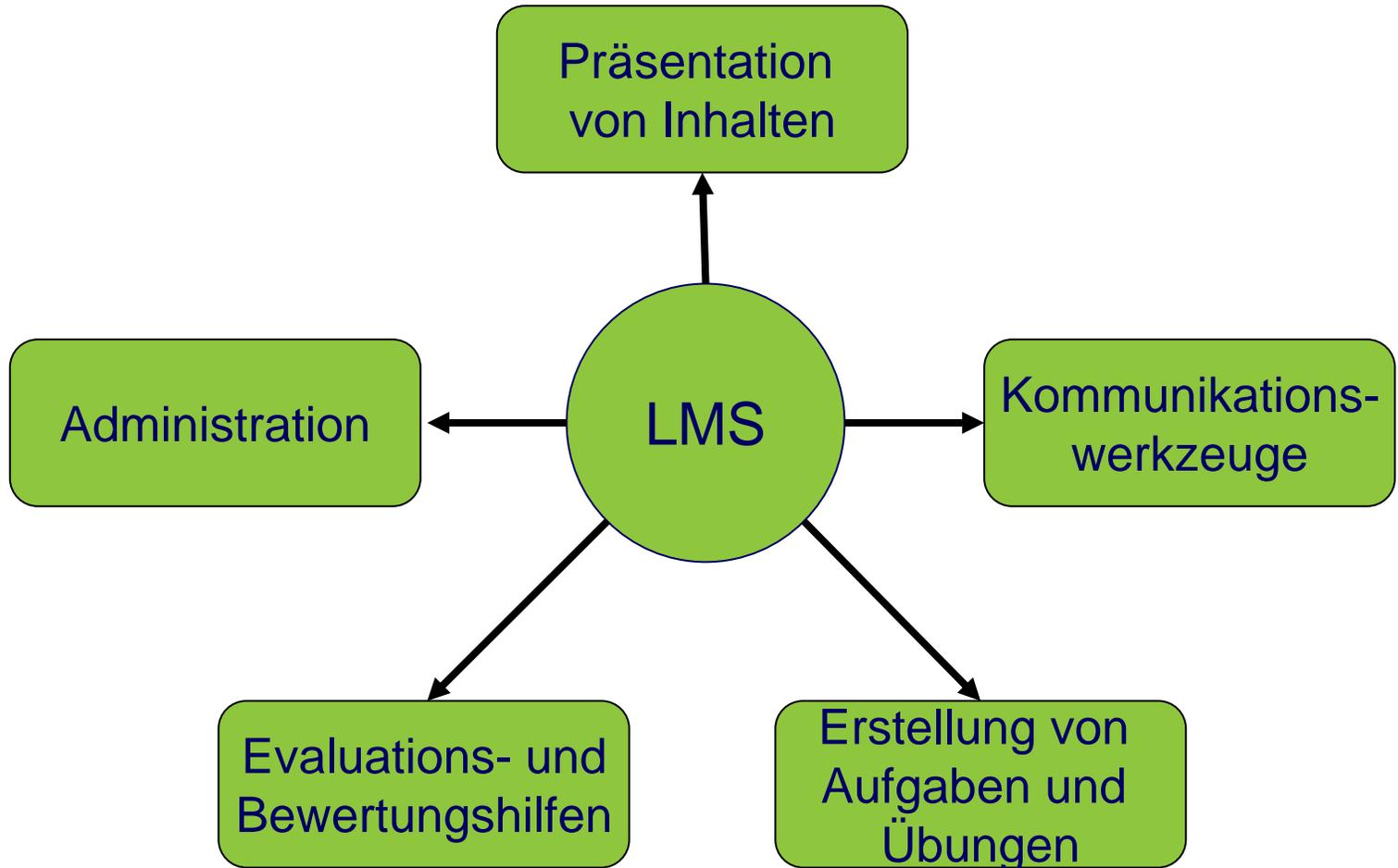
Learning Management Systeme

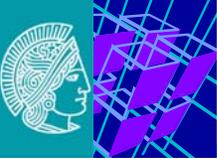
www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de





Funktionsbereiche von LMS



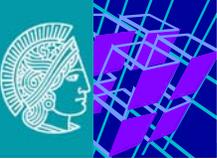


LMS

- (zumeist) eine über einen Browser zugreifbare Datenbank Anwendung

Mit

- Komponenten auf Seiten des Betreibers
 - Web-Server
 - LMS-Software
 - Datenbank-Server
- Komponenten auf Seiten des Nutzers
 - Web-Browser
 - Plugins zur Darstellung der Inhaltsmodule



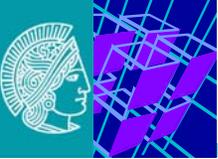
LMS Produkte

mehr als 150 Anbieter international

- Clix – imc AG
- Hyperwave
- Lotus Learning Space – IBM
- Saba Learning Enterprise
- WebCT & Blackboard
- ...
- ILIAS
- .Irn
- Moodle

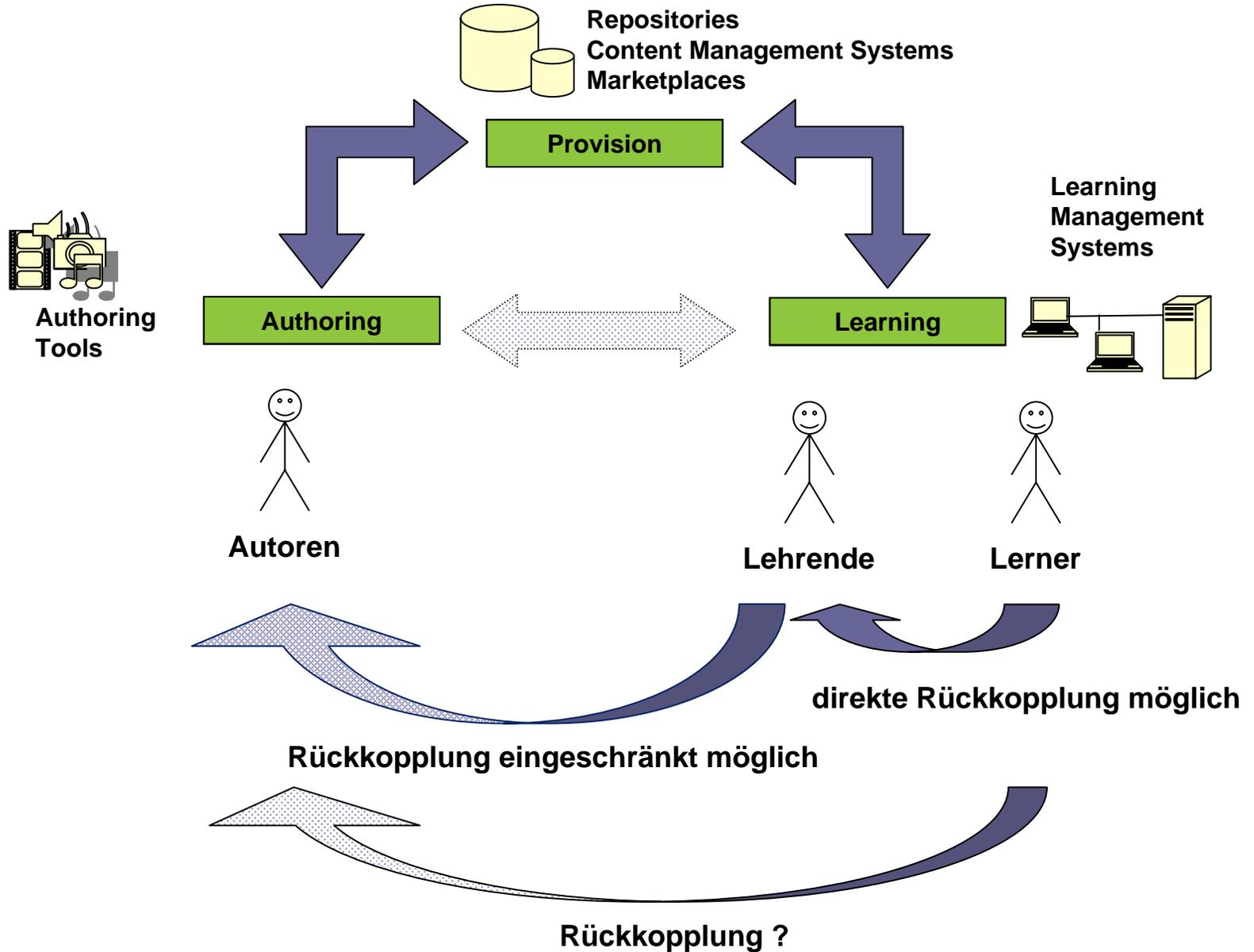
Verschiedene Evaluationen

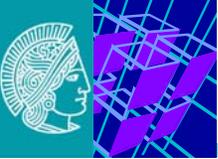
- P. Baumgartner, u.a
Auswahl von Lernplattformen
Studienverlag – Innsbruck - 2002



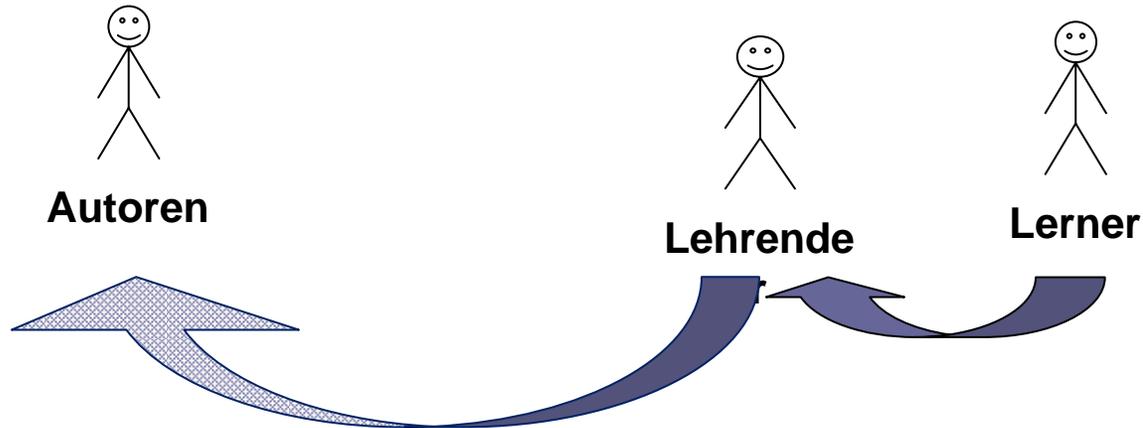
7 Rückkopplung im Content Lebenszyklus

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de





Rückkopplung im Content Lebenszyklus



Rückkopplung eingeschränkt möglich

- Lehrende kennen Autoren
- Rückkopplung in Form von
 - Evaluationsergebnissen
 - Rezensionen
- über eigenen Kommunikationskanal
 - nicht im Autorensystem
 - E-Mail

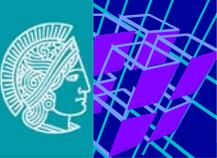
direkte Rückkopplung möglich

- Lerner kennen Lehrende
- Rückkopplung in Form von
 - Evaluation
 - direkte Kommunikation
 - ...
- unter Nutzung des LMS



Rückkopplung ?

- Autoren für Lernende oftmals anonym
- viele Lernende und nur ein oder wenige Autoren
- „manuelle“ Referenzierung der Lernressource notwendig
- über eigenen Kommunikationskanal



Rückkopplung allgemein - Kategorisierung

dezentral	zentral
„Extreme Programming“	Delphi-Modell
manuell	automatisch
Manuelle Kontaktaufnahme (Telefon,..)	Automatische Problemerkennung und Anbieten vorhandener Lösungen (Information Retrieval)
ex post	ex ante
Marktforschung vor Produktentwicklung	Umfrage nach Produkteinführung
nicht interaktiv	interaktiv
Klassischer Fragebogen	Adaptiver Umfrageprozess
explizit	implizit
Bewertung bei eBay	Einschaltquotenmessung
spezifisch	unspezifisch
Buchbewertung bei Amazon	Umfrage zu Markenimage
starker Anreiz	kein Anreiz
Preisausschreiben	



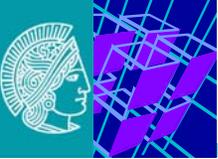
Herausforderungen von Rückkopplungen am Beispiel

Beispiel:

- Rückkopplung von Lernenden an Autoren
- Explizite und manuelle Rückkopplung,
 - wie in Präsenzveranstaltungen möglich

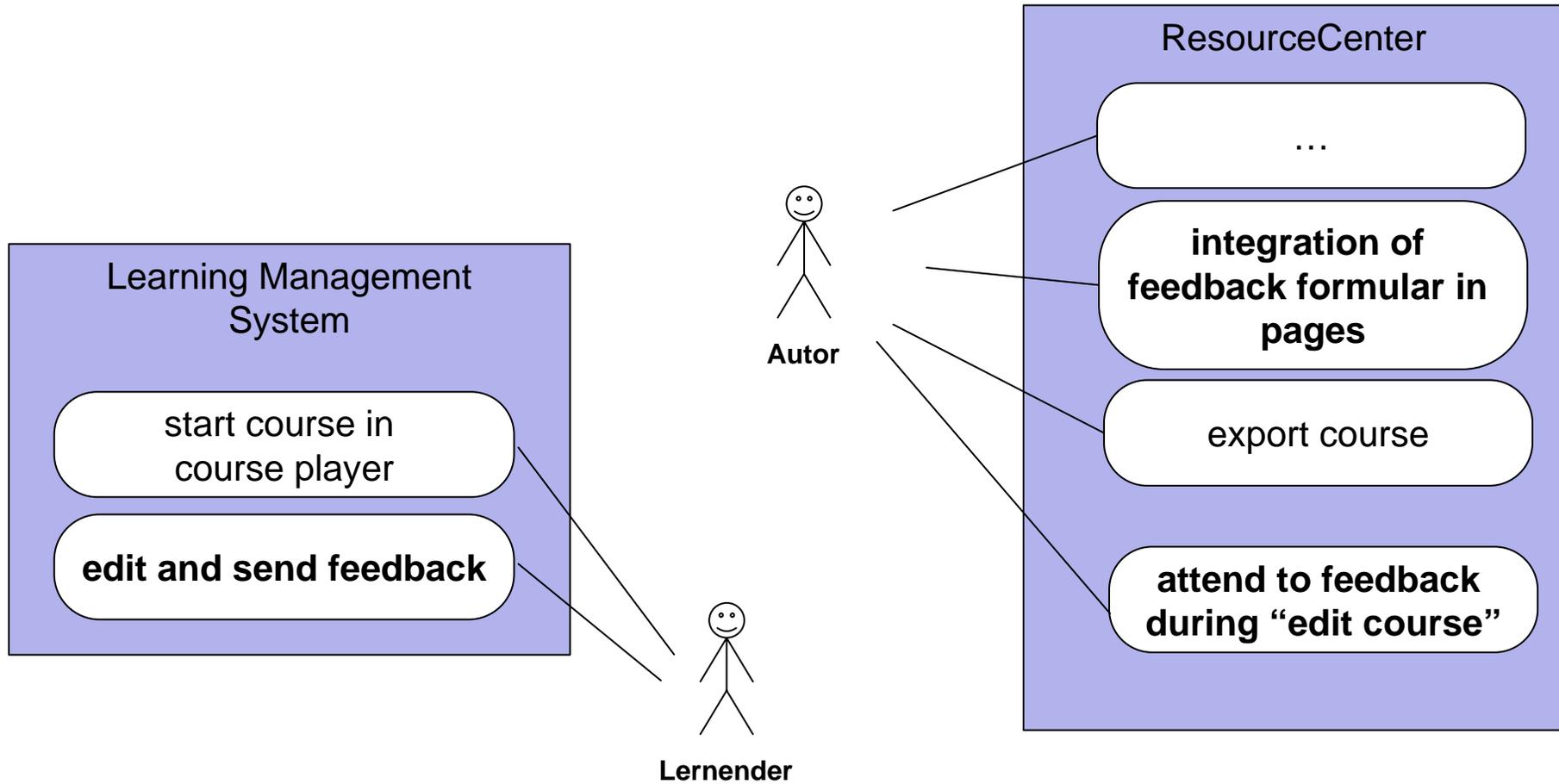
Herausforderungen:

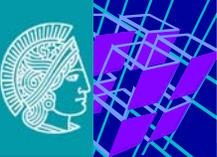
- Autoren für Lernende oftmals anonym
 - an wen soll ich mein Feedback schicken?
- „manuelle“ Referenzierung der Lernressource notwendig
 - Bsp: in Kapitel 3 auf Seite 7 im 3. Abschnitt verstehe ich nicht
- viele Lernende und nur ein oder wenige Autoren
 - ein Autor wird mit Feedback überschwemmt
 - Autor erhält mehrfach identisches Feedback
- Rückkopplung über eigenen Kommunikationskanal z.B. E-Mail
 - Feedback
 - kann nicht aus dem LMS heraus erfasst werden
 - kommt beim Autoren vermischt mit anderen Mails an und
 - muss organisiert werden
 - muss bei Bearbeitung der Lernressourcen wieder gesucht werden



Ein Beispiel: Rückkopplung mit dem ResourceCenter

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de



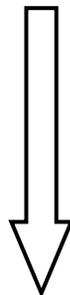


Feedback – technische Realisierung

course player

*Feedback-Formular
ausfüllen*

*Kommunikation mit LMS über
SCORM API*



Formular übermitteln

- *mit ID der Lernressource*
- *an anonymen Autoren*

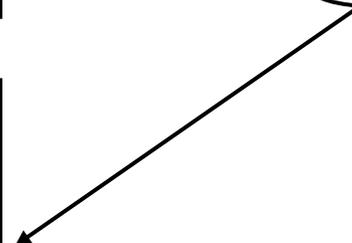
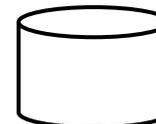
ResourceCenter

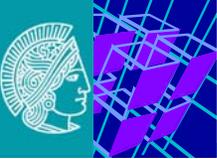
*Feedback-Nachricht
speichern*

Anzeigen der Feedback-Nachricht

- *in Übersicht (nur die für den
Autoren relevanten)*
- *während der Bearbeitung der
Lernressource*

Repository Datenbank





Aufruf des Feedbackformulars aus WBT

http://resourcecenter.kom.e-technik.tu-darmstadt.de:8080 - ResourceCenter - Mozilla Firefox

ResourceCenter

- 1 Einleitung
- 2 Was ist ein k-MED Lernkurs?
- 3 Die Autorenumgebung - Resource Center
- 4 Der persönliche Zugang zum ResourceCenter
- 5 Das Erstellen eines Lernkurses von Anfang an
 - 5.1 Einen neuen Kurs anlegen
 - 5.2 Kursseiten anlegen
 - 5.3 Metadaten**
 - 5.4 Texte eingeben
 - 5.5 k-MED Standards (Steuerleistungen, Lernaktivitäten, Lernaktivitätsarten)
 - 5.6 Bilder, Grafiken, Animationen
 - 5.7 Popups
 - 5.8 Links
 - 5.9 Ressourcen anderer Autoren
 - 5.10 Übungsaufgaben
 - 5.11 Löschen
 - 5.12 Kursvorschau
- 6 Das Packen eines SCORM-Pakets
- 7 Wichtige Ansprechpartner in k-MED

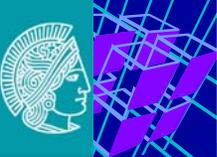
5.3 Metadaten

Alle im RC erstellten oder hochgeladenen Lernmaterialien (Kurse, Kursseiten, Bilder, Übungsaufgaben etc.) müssen mit Metadaten beschrieben werden. Der größte Teil der Metadaten wird vom System selbst erzeugt. Sie können sich diese Metadaten ansehen, wenn Sie auf das Stiftsymbol neben dem Metadaten-Kasten klicken. Ein Teil der Metadaten muss selbst eingegeben werden, z.B. der Titel eines Kurses.

Bitte sehen Sie sich die Metadaten, die zu einer Ressource gespeichert werden, einmal genauer an. Da Sie vieles an den Metadaten selbst ändern können, sollten Sie einmal damit experimentieren. Sie können die Metadaten beliebig oft ändern. Denken Sie daran, dass Sie Änderungen speichern müssen, damit sie ins System übernommen werden.

[Send Feedback](#)

Done



Erfassen und Klassifizieren des Feedbacks

Feedback

Feedback zu Lernressource: **5.3 Metadaten**

Ihr Feedback an den Autoren:

Wieso wird hier ein
anderer
Metadatenstandard
verwendet?

Rechtschreibung

nein ▼

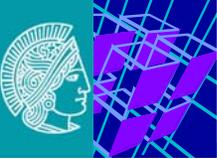
Verständnis

ja ▼

Wollen Sie anonym bleiben oder soll Ihre Identität übermittelt werden?

ja ▼

Send form!



Anzeige des Feedbacks in Autorensystem

www.kom.tu-darmstadt.de
www.htfc.de

The screenshot shows a web browser window titled "ResourceCenter - Mozilla Firefox" with the address bar displaying "http://localhost:9080/rc/authoring/feedbackTable.co". The page header includes the KOM and htfc logos, the title "ResourceCenter", and the logo of Technische Universität Darmstadt. A status bar indicates "Logged in as admin" and provides links for "Downloads", "User profile", "Log out", and "Help".

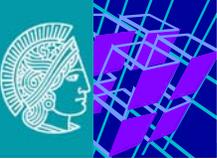
The main content area features a left-hand navigation menu with the following items:

- ResourceCenter
 - News [edit]
 - Search
 - Upload
 - Import
- My Resources
 - Courses
 - Sections
 - Questions
 - Tables
 - Assets
 - All resources
 - Read Feedback
- Administration
 - Import Backup
 - Export Backup
 - Edit user profiles
 - Edit group profiles
 - Edit authoring group profiles
 - Show statistics

The "Read Feedback" link is circled in red. The main content area displays a table titled "Feedback" with the following data:

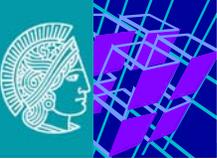
Feedback created	Resource ID	Student ID	Action
2006-02-06 19:12:16.0	1243134234	Yuan Guan	🔍 ✖
2006-02-06 19:03:24.0	123412341234	Yuan Guan	🔍 ✖

The footer of the page contains the text "© 2003-2005 KOM, TU Darmstadt" and a "Fertig" status indicator on the left, and an "Adblock" button on the right.



Lösungsbeitrag zu Herausforderungen

- ✓ Autoren für Lernende oftmals anonym
- ✓ „manuelle“ Referenzierung der Lernressource notwendig
- ? viele Lernende und nur einer oder wenige Autoren
 - ein Autor wird mit Feedback überschwämmt
 - Autor erhält mehrfach identisches Feedback
- ✓ Rückkopplung über eigenen Kommunikationskanal z.B. E-Mail
 - ✓ Feedback kann nicht aus dem LMS heraus erfasst werden
 - ✓ Feedback kommt beim Autoren vermischt mit anderen Mails an und muss organisiert werden
 - ✓ Feedback muss bei Bearbeitung der Lernressourcen wieder gesucht werden



Weitere Ideen / Herausforderungen

Realisierung in generischem Szenario

- insb. unabhängig von Autorensystem

Klassifikation von explizitem/manuellem Feedback

- mit Verfahren der semantischen Analyse

Generierung von Feedback aus

- persönlichen und
- Gruppen-Annotationen des Lernenden

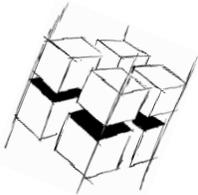
Generierung von Feedback aus

- Verhalten des Lernenden – Lernpfadanalyse

...



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr.-Ing. **Ralf Steinmetz**

Dept. of Electrical Engineering and Information Technology
Dept. of Computer Science (Adjunct Faculty Member)
Multimedia Communications Lab · KOM

Merckstr. 25 · 64283 Darmstadt · Germany

Phone (+49) 6151 – 16 6150

Fax (+49) 6151 – 16 6152

Ralf.Steinmetz@KOM.tu-darmstadt.de

www.kom.tu-darmstadt.de

www.multimedia-communications.net

