

Recommenderdienste für wissenschaftliche Bibliotheken und Bibliotheksverbünde

Andreas Geyer-Schulz, Michael Hahsler^{*}, Andreas Neumann, Anke Thede

Informationsdienste und elektronische Märkte,
Institut für Informationswirtschaft und -management,
Universität Karlsruhe (TH), D-76128 Karlsruhe, Deutschland
{geyer-schulz, neumann, thede}@em.uni-karlsruhe.de
<http://www.em.uni-karlsruhe.de/>

^{*}Institut für Informationsverarbeitung und Informationswirtschaft,
WU-Wien, Augasse 2-6, A-1090 Wien, Österreich
michael.hahsler@wu-wien.ac.at
<http://www.wu-wien.ac.at/>

Abstract: Wissenschaftliche Bibliotheken stellen ein vielversprechendes Anwendungsfeld für Recommenderdienste dar. Wissenschaftliche Bibliotheken können leicht kundenzentrierte Serviceportale im Stil von amazon.com entwickeln. Studenten, Universitätslehrer und -forscher können ihren Anteil an den Transaktionskosten (z.B. Such- und Bewertungskosten für Informationsprodukte) reduzieren. Für Bibliothekare liegt der Vorteil in einer Verbesserung der Kundenberatung durch Empfehlungen und einer zusätzlichen Unterstützung bei der Marktforschung, Produktbewertung und dem Bestandsmanagement. In diesem Beitrag präsentieren wir eine Strategie, mit der verhaltensbasierte, verteilte Recommenderdienste in bestehende Bibliothekssysteme mit minimalem Aufwand integriert werden können und berichten über unsere Erfahrungen bei der Einführung eines solchen Dienstes an der Universitätsbibliothek der Universität Karlsruhe (TH).

Wholly new forms of encyclopedias will appear, ready made with a mesh of associative trails running through them, ready to be dropped into the memex and there amplified. The lawyer has at his touch the associated opinions and decisions of his whole experience, and of the experience of friends and authorities. The patent attorney has on call the millions of issued patents, with familiar trails to every point of his client's interest. The physician, puzzled by a patient's reactions, strikes the trail established in studying an earlier similar case, and runs rapidly through analogous case histories, with side references to the classics for the pertinent anatomy and histology. The chemist, struggling with the synthesis of an organic compound, has all the chemical literature before him in his laboratory, with trails following the analogies of compounds, and side trails to their physical and chemical behavior.

Vannevar Bush, Juli 1945 [Bus45]

1 Einführung

In diesem Beitrag präsentieren wir eine Strategie, verteilte Recommenderdienste in bestehende wissenschaftliche Bibliothekssysteme zu integrieren, und berichten über unsere Erfahrungen bei der Einführung eines solchen Systems für die Universitätsbibliothek der Universität Karlsruhe (TH). Motiviert wurde dies durch die zunehmenden Schwierigkeiten von Wissenschaftlern und Studenten, effizient relevante Literatur in konventionellen datenbankbasierten Katalogsystemen zu finden. Eine vor kurzem im Auftrag des BMBF durchgeführte Studie von Klatt et al. [KGKF01] über die Verwendung von elektronischen wissenschaftlichen Artikeln in der universitären Ausbildung zeigt, dass zwar drei Viertel aller Studierenden elektronische Literaturrecherchen als sehr wichtig einschätzen, mehr als sechzig Prozent von ihnen aber dennoch in erster Linie ihre Studienkollegen um Empfehlungen bitten. Außerdem deckt die Studie erhebliche Mängel beim Zugang zu wissenschaftlicher Literatur auf: ein Drittel der Benutzer klagt über die Komplexität des Zugangs zur Literatur und über Informationsüberflutung, ein weiteres Drittel über Schwierigkeiten bei der Einschätzung und Bewertung der Qualität der gefundenen elektronischen Beiträge. Symptomatisch für diese Situation ist, dass für neunzig Prozent der Wissenschaftler elektronische Literaturrecherche aus einer E-Mail Beratung mit Studierenden und Kollegen besteht, und dass zwei Drittel Literatursuche hauptsächlich über allgemeine Suchmaschinen wie Google durchführen. Dieses Vertrauen auf persönliche, soziale Netze ist besonders kritisch im Hinblick auf den weiter ungebrochenen Trend zu Massenuniversitäten zu sehen. Dies bedeutet, dass mehr und mehr Universitäten steigende Studentenzahlen mit einer mehr oder weniger fixen Anzahl von Lehrenden ausbilden müssen (siehe dazu [GSHJ01]).

Ein Recommenderdienst, wie der in Abbildungen 1 und 2 gezeigte der Universitätsbibliothek der Universität Karlsruhe ist eine skalierbare Lösung für diese Probleme. Er bietet intelligente Zugriffspfade, wie sie von Vannevar Bush [Bus45] erstmals in seiner Vision vom Fortschritt der Wissenschaft prophezeit wurden, um die Überflutung von Benutzern mit Information zu reduzieren und spart etwas der für persönliche Erkundungen und für das Geben von Empfehlungen notwendigen, kostbaren Zeit. Abbildung 1 zeigt eine detaillierte Buchansicht mit Autor (Schmitz, Norbert), Titel (Baustoffkunde für den Praktiker), Verlag, Schlüsselworte, etc. Im dunklen Balken auf der rechten Seite erscheint der Link zu Empfehlungen nur, wenn – wie im Beispiel – auch Empfehlungen vorhanden sind. Abbildung 2 zeigt die Empfehlungen für ‚Baustoffkunde für den Praktiker‘ von Schmitz.

Im Bereich von Forschungsprojekten zum Thema digitale Bibliotheken sind Prototypen von Recommendersystemen wie Fab [Bal97] und PADDLE [HTK00] entwickelt worden. Bollen und Rocha [BR00] diskutieren den Einsatz von Empfehlungsdiensten und ihre Evaluation in digitalen Bibliotheken. Überraschenderweise wurde der Einsatz von Empfehlungsdiensten für klassische wissenschaftliche Bibliotheken bisher nicht angedacht, obwohl gerade diese Bibliotheken aufgrund ihrer riesigen und qualitativ hochwertigen Bestände von solchen Diensten die größten Vorteile zu erwarten haben.

In diesem Beitrag konzentrieren wir uns auf zwei Themen: Abschnitt 2 beschreibt die Strategie, die wir zur Integration des Recommenderdienstes in die vorhandenen Bibliothekssysteme der Universitätsbibliothek der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt haben. In Abschnitt 3 fassen wir das stochastische Kaufverhaltensmodell, das wir zur Erzeugung

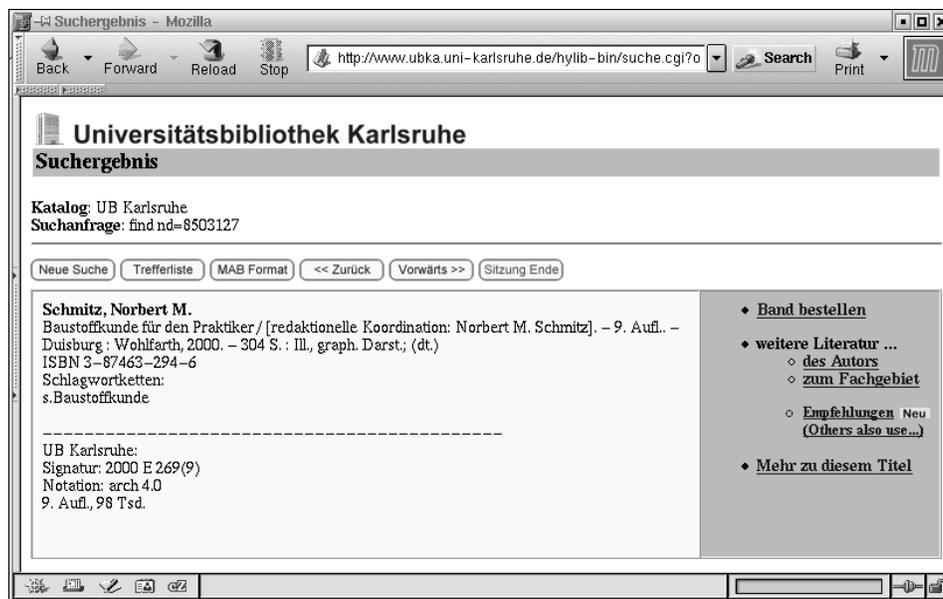


Abbildung 1: Detaillierte Dokumentansicht von Schmitz

von Empfehlungen verwenden, kurz zusammen und diskutieren seine Gültigkeit im Kontext einer wissenschaftlichen Bibliothek. Unsere Stichprobe stammt von der Webseite des südwestdeutschen Bibliotheksverbands mit 23 Bibliotheken, der von der Universitätsbibliothek der Universität Karlsruhe (TH) gehostet wird. Die Beobachtungsperiode für die Auswertungen in diesem Beitrag läuft von 01.01.2001 bis 31.05.2003. Ergänzend dazu zeigen wir einige Implementierungsdetails und erörtern die Leistungsfähigkeit des Systems.

2 Die Integration von Empfehlungsdiensten in bestehende wissenschaftliche Bibliotheken

Die Recommenderdienste, die an der Universitätsbibliothek Karlsruhe (TH) betrieben werden, basieren auf einer generischen Architektur, deren Hauptidee durch das Entwurfspattern einer Bibliothek mit aktiven Agenten beschrieben wird [GSH01]. Abbildung 3 zeigt dieses Pattern, welches das generische Agenten Pattern von Russell und Norvig [RN95] verwendet. In diesem Pattern arbeiten ein Bibliotheksobjekt, ein Beobachtungsagent und ein Schnittstellenagent zusammen, um automatisch Informationsdienste – in unserem Fall Empfehlungen – zu erzeugen. Die Umgebung, die aus der Bibliothek, den referenzierten Informationsobjekten und ihren Benutzern besteht, wird von den Agenten mittels Sensoren wahrgenommen. Die unabhängig voneinander agierenden Agenten sammeln Informa-

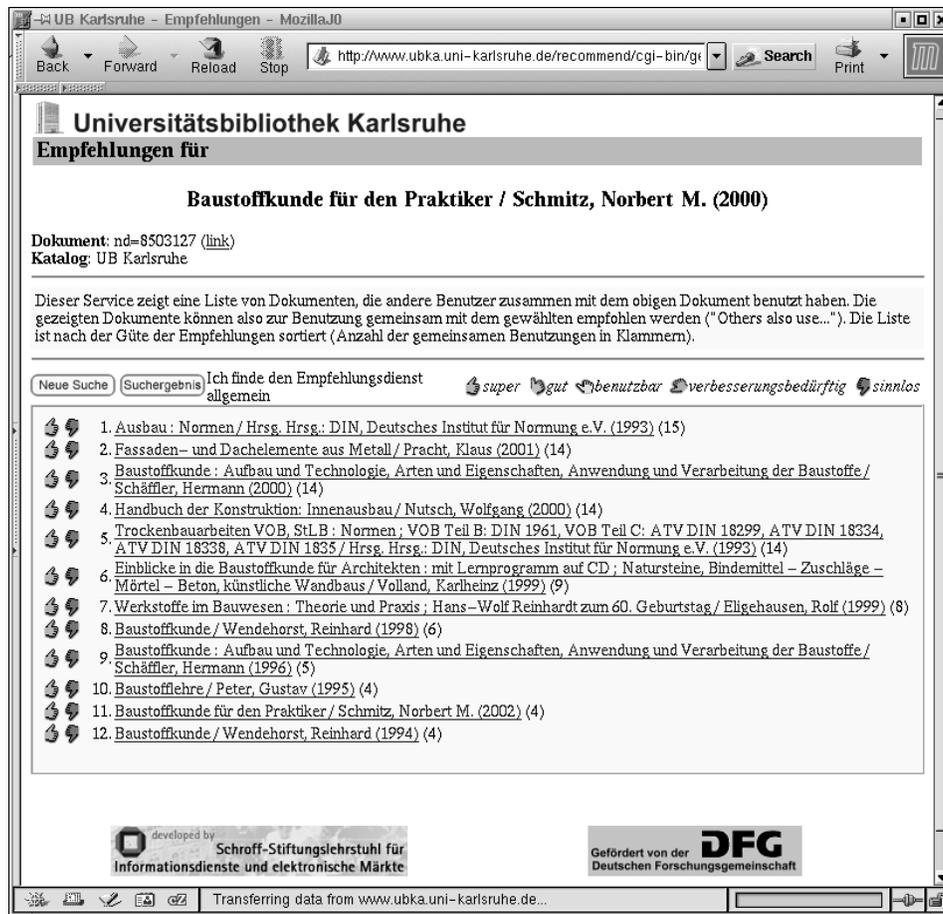


Abbildung 2: Empfehlungsliste zu Schmitz

tion und beeinflussen ihre Umgebung, indem sie Information in der virtuellen Bibliothek ändern (Beobachtungsagent) oder indem sie Benutzern Ergebnisse präsentieren (Schnittstellenagent). Die Unabhängigkeit der Agenten wird durch eine Abschwächung der Konsistenzbedingungen erreicht. Gleichzeitig werden dadurch weniger Ressourcen benötigt und die Implementierung wird durch Wegfall von Synchronisationsbedingungen einfacher. In diesem Pattern wird ein Gleichgewicht zwischen Konsistenz- und Leistungsanforderungen erreicht.

In Abbildung 4 zeigen wir eine Architektur für Recommenderdienste, die das Pattern aus Abbildung 3 als eine Agentur von Softwareagenten einbettet. Die Architektur besteht aus drei Schichten: nämlich dem Legacy-Bibliothekssystem, dem Recommendermanagementsystem und dem öffentlichen Web-Katalog (Online Public Access Catalog – OPAC). Im Vergleich zu der in Geyer-Schulz et al. [GSHJ02] vorgestellten generischen Architek-

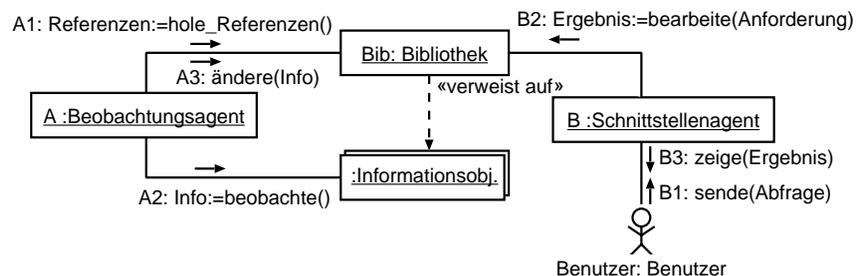


Abbildung 3: Kollaboration zwischen aktiven Agenten in einer Agentur für Bibliotheken.

tur entspricht das Legacy-Bibliothekssystem einem Meta-Datenmanagementsystem, das Recommendersystem einem Brokermanagementsystem und der OPAC der B2C-Kundenschnittstelle. Die Aufgabe des in Abbildung 3 dargestellten Beobachtungsagenten wird in zwei Teilaufgaben zerlegt, die durch den Benutzerbeobachtungsagenten und durch den Aggregationsagenten in Abbildung 4 übernommen werden. Die Interaktionen zwischen Personen, Softwareagenten und Informationsspeichern werden durch Pfeile dargestellt. Die Pfeilrichtung zeigt an, wer die Aktivität startet. Ein Name als Beschriftung eines Pfeils beschreibt die Art der Aktivität, bei unbeschrifteten Pfeilen handelt es sich um einfache Informationsanforderungen.

Im Legacy-Bibliothekssystem werden Informationsobjekte im traditionellen MAB-Format (Maschinelles Austauschformat für Bibliotheken) [Die99] für Bücher und Journale dargestellt. Das MAB-Format ist nach den Vorgaben der Deutschen Bibliothek für wissenschaftliche Bibliotheken in Deutschland das Meta-Daten Standardformat. In der von uns in diesem Abschnitt vorgeschlagenen Architektur ist die Schnittstelle zwischen dem Legacy-Bibliothekssystem und den beiden anderen Komponenten der Architektur bewußt minimal. Die Schnittstelle besteht nur aus einer einzigen Methode, mit der auf Meta-Daten mit Hilfe eines eindeutigen Objektschlüssels im Bibliothekssystem zugegriffen werden kann. Damit sind sowohl das Recommendermanagementsystem als auch der OPAC fast vollständig von der im Bibliothekssystem verwendeten Datenbanktechnologie unabhängig. Dies ist auch unbedingt erforderlich, da es sich in unserem Fall bei dem zugrunde liegenden System um ein Legacy-Bibliothekssystem ohne Standardschnittstellen für externe Anwendungen handelt. Deshalb sind die von uns benötigten Softwareagenten in die Webschnittstelle des OPAC integriert. Dies impliziert auch, das wegen der fehlenden Schnittstellen des Legacy-Systems die Meta-Daten von Informationsobjekten verteilt abgespeichert werden. Informationsbeobachtungsagenten können nur Meta-Daten, die nicht im Legacy-System gespeichert werden, ändern. Diese Art der verteilten Datenhaltung garantiert auf der einen Seite, dass durch Softwareagenten auf keinen Fall Daten im Bibliothekssystem inkonsistent werden, und sie erlaubt andererseits die Integration von agentenbasierten Informationsdiensten, die die Transaktionskosten für das Meta-Datenmanagement reduzieren und die Servicequalität des Bibliothekssystems – zum Beispiel durch verbesserten Zugang zu Information – erhöhen.

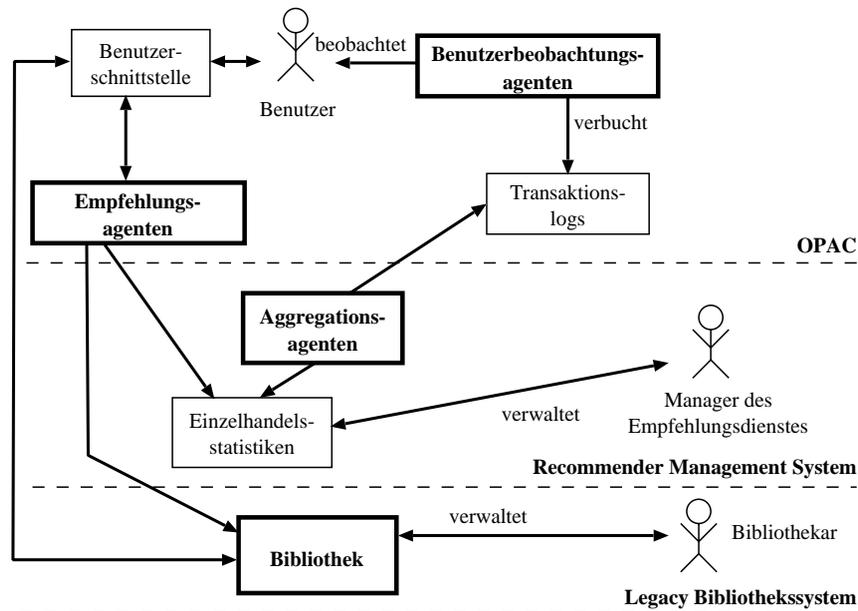


Abbildung 4: Die Architektur einer Bibliothek mit Recommenderdiensten

Die Recommendermanagementschicht und der OPAC sind enger gekoppelt. Der Recommenderdienst, den wir in diesem Beitrag beschreiben, basiert auf beobachtetem Benutzerverhalten. In einem Informationsmarkt setzen wir die Auswahl eines Informationsobjekts durch Verfolgen eines Links mit dem Kauf eines Konsumguts gleich. In einer Bibliotheksumgebung entspricht das Betrachten eines detaillierten Bucheintrags dem Verfolgen eines Links in einem Informationsmarkt oder dem Kauf eines Konsumguts. Das Betrachten eines solchen detaillierten Katalogeintrags enthüllt das Interesse des Benutzers an einem bestimmten Buch, Journal oder Multimedia-Dokument. Während Verleihdaten eher Kaufdaten entsprechen, und für dieses Projekt auch verfügbar wären, wurden sie aus zwei Gründen nicht verwendet. Der erste Grund ist der Schutz der Privatsphäre, die durch die Analyse anonymer Benutzersessions nicht verletzt wird. Der zweite Grund liegt im Bias der Verleihdaten wegen des geringen Verfügbarkeitsgrads von Büchern, der zur Zeit etwas über 50% liegt.

Der Benutzerbeobachtungsagent wird durch den Sessionmanager im OPAC implementiert. Er zeichnet ‚Warenkörbe‘ in HTTP-Log-Dateien mit in Links eingebetteter Sessionidentifikationsnummer auf. Gegenüber den in der Literatur (z. B. [Coo00, TK02]) vorgeschlagenen Sessionidentifikationsheuristiken, mit denen ex-post Sessions mit Hilfe von Data-Mining Verfahren rekonstruiert werden, verfügt dieser Ansatz über eine wesentlich höhere Genauigkeit. Preprocessing durch den Benutzerbeobachtungsagenten auf Seiten der Universitätsbibliothek besteht im wesentlichen aus der Extraktion aller HTTP-Get-Requests mit Sessionidentifikationsnummer. Preprocessing am Recommenderserver implementiert

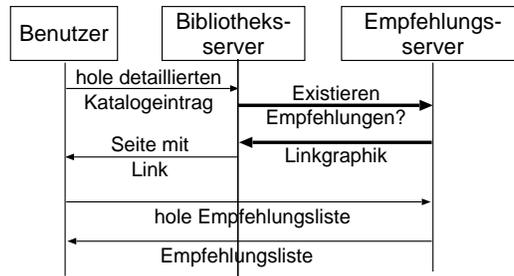


Abbildung 5: Message Trace

sowohl einfache Verfahren zum Erkennen und Filtern von Web-Robots als auch das Aufsplitten von überlangen Sessions nach 15 Minuten Pause für die öffentlichen Terminals im Bibliotheksgebäude und für Sessions, die von Bookmarks mit in den Link eingebetteten Sessionidentifikationsnummern neu aufgerufen werden. Der Aggregationsagent auf der Ebene des Recommendermanagementsystems erzeugt Warenkörbe, berechnet das im Abschnitt 3 kurz vorgestellte stochastische Kaufverhaltensmodell für jedes Buch und erzeugt Statistiken, um die Qualität der für das Recommendersystem geschätzten Modelle laufend beurteilen zu können. Der Empfehlungsagent liegt am Recommendationserver und ist als serverseitiges Skript implementiert. Er erzeugt Empfehlungsseiten mit der Corporate-Identity der Universitätsbibliothek und der Bibliotheken im Verbund. Dieser Dienst wird durch einen Link, der in den Bucheintrag im OPAC am Bibliotheksserver integriert ist, wenn es Empfehlungen zu einem Buch gibt, angesprochen. Der Link ist nur sichtbar, wenn es Empfehlungen zu einem Buch gibt. Fehlertoleranz im Hinblick auf Systemabstürze des Recommendersdienstes wird – bis auf einen Broken-Image-Fehler – durch Ausnutzung des Alternate-Tag Mechanismus der HTML-Seitenbeschreibungssprache und auf Hardwareseite durch einen Recommenderserver mit unterbrechungsfreier Stromversorgung gewährleistet.

Abbildung 5 beschreibt den Message Trace, den der Benutzer auslöst, der den detaillierten Bucheintrag für das Buch ‚Baustoffkunde für Praktiker‘, das in Abbildung 1 gezeigt wird, anfordert und anschließend die in Abbildung 2 gezeigte Empfehlungsseite verwendet. Um die Last des Bibliotheksservers möglichst gering zu halten, wird in die Seite mit dem detaillierten Katalogeintrag nur mehr ein Link auf die passende, bereits fertige Empfehlungsliste gesetzt. Dadurch und durch einen Cache bleibt der Zusatzaufwand für den Bibliotheksserver auf einen Zugriff pro Buch beschränkt.

3 Der Empfehlungsdienst der Universitätsbibliothek der Universität Karlsruhe (TH)

Ehrenbergs [Ehr88] Repeat-Buying Theorie beschreibt die Häufigkeitsverteilung von in einer Sitzung gemeinsam gekauften Informationsprodukten als logarithmische Reihen-

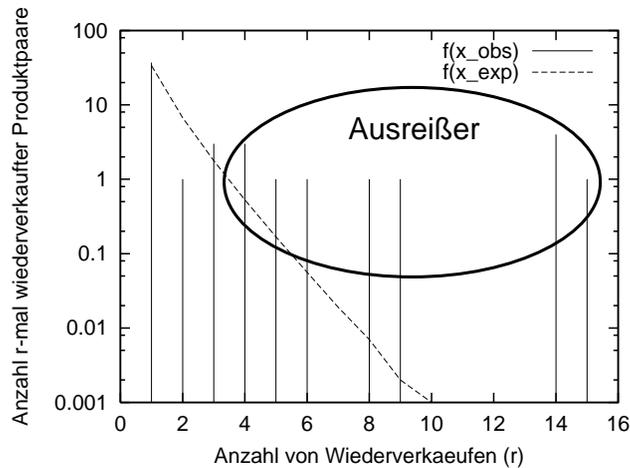


Abbildung 6: Plot der Häufigkeitsverteilung von ‚Baustoffkunde für Praktiker‘

verteilung unter den Annahmen, dass der Anteil der Nicht-Käufer unbekannt ist, dass die Käufe von Informationskonsumenten einer Poisson-Verteilung folgen, dass die Mittelwerte dieser Poisson-Verteilungen aller Konsumenten einer abgeschnittenen Gamma-Verteilung folgen und dass der Markt stationär ist. Ehrenbergs Repeat-Buying Theorie wurde in zahlreichen Konsumgütermärkten (Seife, Zahnpasta, Kaffee, . . .) erfolgreich empirisch überprüft [CE76, CEG66, PW78, Sic82, S.R65, Res75] und sie wird heute zur Analyse von Haushaltspanels in der Marktforschung eingesetzt. Ein Überblick zur Verwendung stochastischer Kaufverhaltensmodelle befindet sich in [WT87]. Diese Theorie mit ihren starken Unabhängigkeitsannahmen wurde von Böhm et al. [BGSHJ02] zur Erklärung von Regelmäßigkeiten im anonymen Benutzerverhalten bei der Verwendung von Informationsprodukten im Kontext einer virtuellen Universität erfolgreich angewendet. Gleichzeitig wurde Ehrenbergs Theorie zur automatischen Erzeugung von Produktempfehlungen für einen B2B-Computerzubehörhändler erfolgreich getestet und in diesem Kontext mit Assoziationsregelalgorithmen verglichen [GSHT03]. Der Transfer von Modellen der Repeat-Buying Theorie auf wissenschaftliche Bibliotheken wird in [GSHNT03, GSNT03] im Detail beschrieben.

Empfehlungen sind nach dieser Theorie alle Ausreißer in Bezug auf die logarithmische Reihenverteilung eines Informationsproduktes und seiner gemeinsam verwendeten Informationsprodukte. Erzeugen einer Empfehlung bedeutet in diesem Ansatz, alle häufiger als erwartet gemeinsam verwendeten Produktpaare, also alle Ausreißer, die die Unabhängigkeitsannahmen verletzen, zu identifizieren und dem Benutzer als Empfehlungen zu zeigen.

Wie Abbildung 6 für unser Beispiel ‚Baustoffkunde für Praktiker‘ zeigt, ist diese Theorie auch auf Bibliotheken übertragbar. Die beobachtete Häufigkeitsverteilung $f(x_{obs})$ entspricht der Reihenfolge der gemeinsamen Käufe, wie wir den Zahlen in Klammern in der Empfehlungsliste aus Abbildung 2 entnehmen können. Die logarithmische Reihenvertei-

Tabelle 1: Ergebnisse für die Beobachtungsperiode von 01.01.2001 bis 31.05.2003

	I q undef.	II Kein χ^2 (< 3 Klassen)	III Sign. $\alpha = 0.05$	IV Sign. $\alpha = 0.01$	V Nicht sign.	Σ
A Beob. < 10	548.536 (0)	87.457 (16.556)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	635.993 (16.556)
B $\bar{x} = 1$	198.915 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	198.915 (0)
C $\bar{x} > \sigma^2$ $r \leq 3$	1.162 (0)	160.220 (39.432)	832 (692)	5.017 (2.487)	4.262 (1.873)	171.493 (44.484)
D $\bar{x} > \sigma^2$ $r > 3$	0 (0)	52.753 (52.641)	5.412 (5.412)	8.052 (8.024)	12.488 (11.636)	78.705 (77.713)
E $\sigma^2 > \bar{x}$	0 (0)	32.274 (322.74)	14.501 (14.501)	11.061 (11.061)	15.942 (15.942)	73.778 (73.778)
Σ	748.613 (0)	332.704 (140.903)	20.745 (20.605)	24.130 (21.572)	32.692 (29.451)	1.158.884 (212.531)

(n) bedeutet n Empfehlungslisten, Gesamtanzahl an Empfehlungen: 2.186.632

lung, deren Parameter q wir für unser Beispiel mit einem robusten Mittelwert von 1,302 als $q = 0,398$ geschätzt haben, ist nach einem χ^2 -Anpassungstest mit $\alpha = 0,01$ signifikant.

Tabelle 1 fasst die statistischen Ergebnisse für die Stichprobe der 23 Bibliotheken des südwestdeutschen Bibliotheksverbunds zusammen. Von den 15 Millionen Dokumenten, die im Verbundkatalog enthalten sind, wurden 1.158.884 Dokumente von Benutzern mit zumindest einem anderen Dokument gemeinsam angesehen. Für 212.531 Dokumente wurden Empfehlungslisten mit insgesamt 2.186.632 Empfehlungen erzeugt. Im Zeitraum vom 09.07.2002 bis 02.06.2003 wurden insgesamt 2.867.311 Detailansichten betrachtet. In 1.306.365 Fällen standen Empfehlungen am 03.06.2003 zur Verfügung. Dies entspricht einer Coverage von 45,56% der in diesem Zeitraum tatsächlich verwendeten Dokumente. Dabei ist zu beachten, daß diese Coverage aufgrund stetiger Zuwächse so nur für den 03.06.2003 gilt. Dies ist wesentlich höher als eine Coverage von 1,41% der im Bestand verfügbaren Bücher vermuten läßt. Dabei überschreiten diese Empfehlungen auch Kataloggrenzen und lenken damit die Aufmerksamkeit auch auf Bücher anderer Bibliotheken im Verbund.

Die derzeit eingesetzte Implementierung erlaubt inkrementelle Updates von Warenkörben mit einer Komplexität von $O(n^2)$ in Zeit und Speicher, wobei n die Anzahl der Objekte, die geändert werden sollen, repräsentiert. Die logarithmische Reihenverteilung wird nur für veränderte Warenkörbe berechnet. Dies verbessert die Skalierbarkeit des Algorithmus, da die Obergrenze des Algorithmus durch eine Verkürzung der Update-Periode reduziert

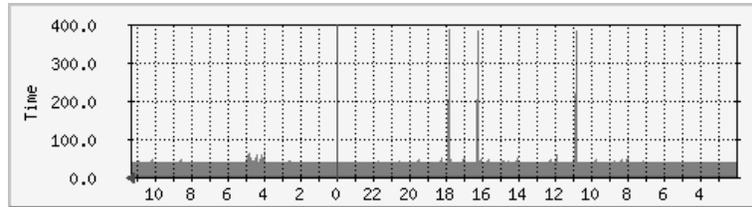


Abbildung 7: Dauer von HTTP-Requests über das Netzwerk an normalen Wochentagen (11.07.2002 2:00 Uhr – 12.07.2002, 11:00 Uhr)

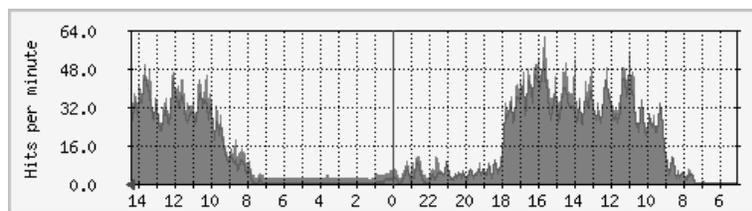


Abbildung 8: Abfrage der Existenz von Empfehlungen zu einem Dokument an normalen Wochentagen (02.06.2003 5:00 Uhr – 3.06.2003, 14:00 Uhr)

werden kann. Verglichen mit einfachen Assoziationsregelverfahren, die Warenkörbe im wesentlichen auf die gleiche Art berechnen, liegt der Vorteil dieses Algorithmus darin, dass der einzige zur Schätzung einer logarithmischen Reihenverteilung notwendige Parameter, der Mittelwert, für jeden geänderten Warenkorb einzeln berechnet werden kann. Der Mittelwert hängt im Gegensatz zu Support und Konfidenz bei Assoziationsregelverfahren nicht von globalen Werten der Gesamtstichprobe ab.

Der Recommenderserver läuft derzeit auf einem PC mit einem 1.2 GHz AMD Athlon Prozessor mit 1.5 GB Hauptspeicher. Das System läuft unter Linux mit selbstgebautem Kernel (Version 2.4.20 mit ptrace Patch) basierend auf einer Mandrake 8.0 Distribution. Die Software für den Recommenderdienst ist in Perl implementiert, als Datenbank wird MySQL verwendet. Der Dienst ist operativ unter <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/>.

Für den Betrieb des Systems ist ein Monitoring der Systemlast in Echtzeit unverzichtbar. Der Netzwerkverkehr und einige Prozessorparameter werden mittels der Software MRTG (<http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/>) überwacht.

Während der Einführung des Systems mußten folgende Installationsprobleme gelöst werden:

1. Die spezielle Konfiguration der Firewalls und privaten LANs an der Universität Karlsruhe (TH) führte zum Problem, dass der Recommenderdienst zunächst für die breite Öffentlichkeit außerhalb der Universität nicht zugänglich war, obwohl das System für die Testgruppe, leider nur aus Universitätsangehörigen, innerhalb der

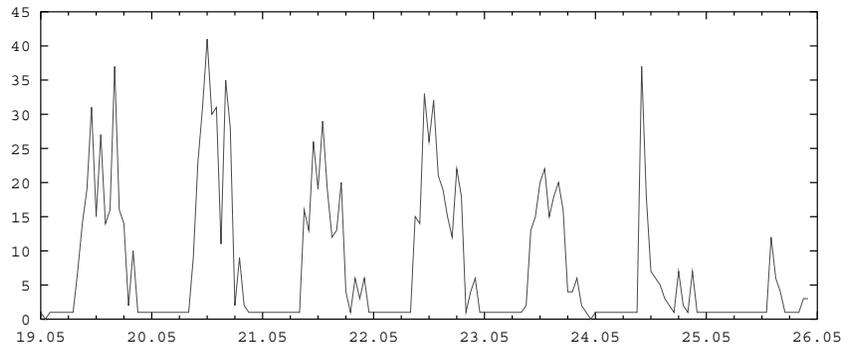


Abbildung 9: Abfrage von Empfehlungenseiten pro Stunde (19.05.2003 – 25.05.2003)

Universität perfekt funktionierte.

2. Wegen der manchmal unzuverlässigen und teilweise langsamen Domain Name Services (DNS) variierte die Antwortzeit für Benutzer teilweise sehr stark, wie die Spitzen in Abbildung 7 zeigen. Eine Lösung dieses Problems kann entweder durch die Codierung der IP-Adresse des Recommendationsservers als Konstante im OPAC der Bibliothek erfolgen oder durch ein Verschieben des Updates der Routertabellen auf Zeiten mit geringer Systemlast. Während dieses Projekts hat sich dieses Problem durch betriebliche Änderungen im Rechenzentrum der Universität Karlsruhe (TH) stark verbessert. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass Belastungsspitzen, die kürzer als fünf Minuten dauern, aufgrund der Samplingintervalle von MRTG eventuell nicht erfasst werden.
3. Bei der Implementierung des bedingten Links trat das Problem auf, dass JavaScript auf jedem getesteten Web-Browser ein anderes Verhalten zeigte. Die derzeitige Lösung, nämlich den Existenztest für Empfehlungslisten hinter dem Laden einer Grafik zu verstecken, hat den Nachteil, dass die Darstellung dieses Links nicht immer zur Darstellung des Rests der Seite passen muß und dass dieser Existenztest für jede detaillierte Ansicht eines Dokuments durchgeführt werden muß, was hohen Netzwerkverkehr und eine hohe Last am externen Recommendationsserver erzeugt (siehe Abbildung 8).

Abbildung 9 zeigt das typische Lastprofil der Verwendung von Empfehlungslisten während einer Woche im laufenden Semester.

4 Evaluation des Recommenderdienstes

In der Benutzerschnittstelle in Abbildung 2 ist neben dem Button *Suchergebnis* eine fünfteilige Likert-Skala zur Erhebung der Benutzerakzeptanz des Empfehlungsdienstes

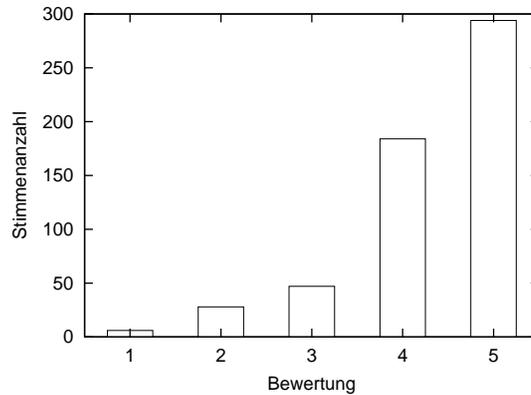


Abbildung 10: Benutzerbewertung für den Empfehlungsdienst: *sinnlos* (1) – *super* (5)

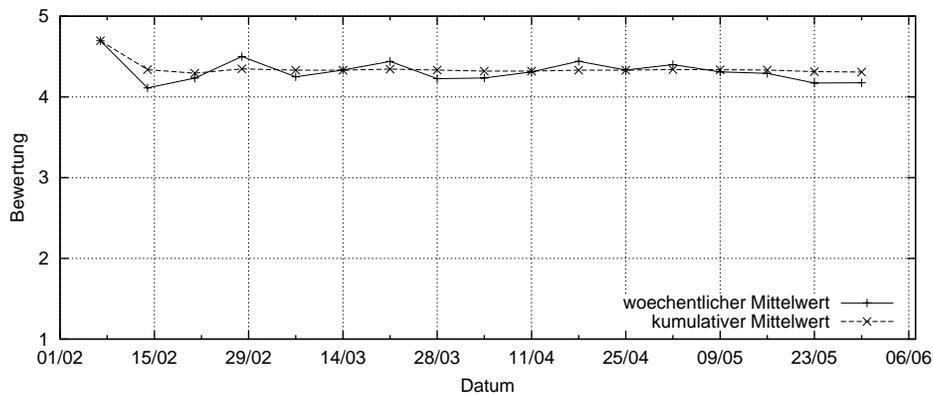


Abbildung 11: Mittelwert der Benutzerbewertung für den Empfehlungsdienst: *sinnlos* (1) – *super* (5)

während des Erhebungszeitraums von 07.02.2003 bis 26.05.2003 integriert worden. Die Skala besteht aus *sinnlos* (1), *verbesserungsbedürftig* (2), *benutzbar* (3), *gut* (4), *super* (5). Die Verteilung der insgesamt 559 im Erhebungszeitraum abgegebenen Wertungen ist in Abbildung 10 dargestellt. Der Mittelwert beträgt 4,31 (*gut–super*) bei einer Standardabweichung von 0,90. Die Entwicklung des Mittelwertes über die Zeit ist in Abbildung 11 dargestellt. Die positive Bewertung des Empfehlungsdienstes durch seine Benutzer ist in zwei Punkten mit Vorsicht zu betrachten. Zunächst muß durch die Platzierung der Umfrage auf den Empfehlungslisten selbst das Phänomen der Selbstselektion kritisch betrachtet werden. Nur jene Benutzer erreichen die Umfrageseite, die ohnedies bereits den Empfehlungsdienst kennen und nutzen, so dass bei diesen Benutzern eher mit einer positiven Grundhaltung dem Dienst gegenüber gerechnet werden kann. Der zweite Kritikpunkt betrifft die Frage, ob die Teilnehmer an der Umfrage eine repräsentative Stichprobe der Bi-

bibliotheksbenutzer bilden. Obwohl über die Identität der Umfrageteilnehmer nichts bekannt ist, kann die Verteilung einiger Charakteristika der Umfragedaten mit den Verteilungen aus den Benutzungsdaten verglichen werden. Eine erste oberflächliche Prüfung der Zeitverteilungen und der Verteilung der Benutzer auf die Kataloge läßt auf eine ähnliche Verteilung schließen. Dies ist ein erster Hinweis darauf, dass die Umfrage trotz beider Kritikpunkte ähnliche Ergebnisse wie eine Zufallsstichprobe geliefert hat.

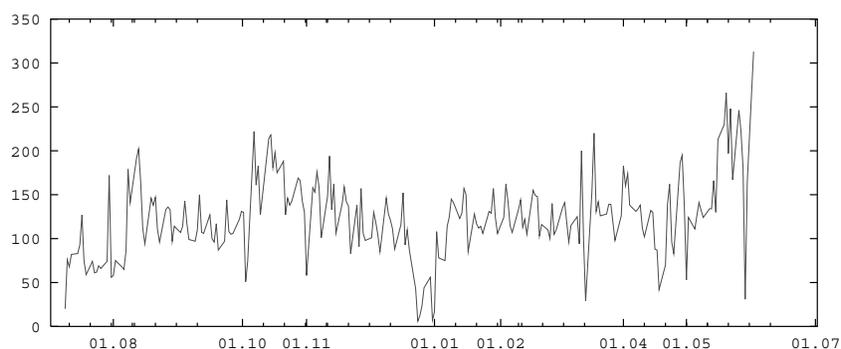


Abbildung 12: Abfrage von Empfehlungsseiten pro Tag (09.07.2002 – 02.06.2003, ohne Wochenenden)

Abbildung 12 zeigt eine Verkehrsanalyse der täglichen Verwendung des Recommenderdienstes im Zeitraum von 09.07.2002 – 02.06.2003 ohne Wochenenden. 29218 Empfehlungslisten wurden bei einem Durchschnitt von fast 124 Listen pro Stunde betrachtet. Der Semesterbeginn des Wintersemesters und des Sommersemesters sowie Weihnachts- und Osterferien sind in der Abbildung deutlich zu erkennen. Betrachten wir nur die Vorlesungszeit fürs Wintersemester 2002/2003 (14.10.2002 – 15.10.2003, ohne Wochenenden), so wurden im diesem Zeitraum im Schnitt täglich 122 Empfehlungslisten benutzt. Im laufenden Sommersemester 2003 (28.04.2003 – 03.06.2003, ohne Wochenenden) stieg die Verwendung auf 168 Empfehlungslisten täglich. Dieser Anstieg in der Benutzungshäufigkeit ist ein weiteres Indiz für die positive Benutzerakzeptanz.

Die systematische Evaluation der Qualität von Empfehlungen im Vergleich zu Experten und der Vergleich dieses Recommenderdienstes mit anderen Empfehlungsansätzen [Kea97, AEK00, MN02, BMS97] sind noch nicht abgeschlossen.

Danksagung

Die Autoren danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die das Projekt „Wissenschaftliche Bibliotheken in Informationsmärkten“ im Rahmen des Schwerpunktprogramms V³D²: Verteilte Vermittlung und Verarbeitung Digitaler Dokumente (DFG-SPP 1041) finanziert hat. Ohne diese Unterstützung wäre das Projekt, das hier in Teilbereichen dargestellt wird, ein Wunsch geblieben.

Literatur

- [AEK00] A. Ansari, S. Essegai, and R. Kohli. Internet Recommendation Systems. *Journal of Marketing Research*, 37:363–375, Aug 2000.
- [Bal97] Marko Balabanovic. An Adaptive Web Page Recommendation Service. In *Proceedings of the 1st International Conference on Autonomous Agents*, Marina del Rey, California, Feb 1997.
- [BGSHJ02] Walter Böhm, Andreas Geyer-Schulz, Michael Hahsler, and Maximilian Jahn. Repeat-buying Theory and its Application for Recommender Services. In Otto Opitz and Manfred Schwaiger, editors, *Exploratory Data Analysis in Empirical Research*, volume 22 of *Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization*, pages 229–239, Heidelberg, 2002. Gesellschaft für Klassifikation e.V. (German Classification Society) <http://www.gfkl.de>, Springer-Verlag.
- [BMS97] S. Brin, R. Motwani, and C. Silverstein. Beyond Market Baskets: Generalizing Association Rules to Correlations. In J. M. Peckman, editor, *Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data, Tucson, Arizona*, volume 26, pages 265–276, New York, NY 10036, USA, May 1997. ACM Press.
- [BR00] Johan Bollen and Luis M. Rocha. An Adaptive Systems Approach to the Implementation and Evaluation of Digital Library Recommendation Systems. In J. Borbinha and T. Baker, editors, *Proceedings of the 4th European Conference on Digital Libraries*, volume 1923 of *LNCS*, pages 356–359. Springer, 2000.
- [Bus45] Vannevar Bush. As We May Think. *The Atlantic Monthly*, 176(1):101–108, Jul 1945.
- [CE76] P. Charlton and A. S. C. Ehrenberg. Customers of the LEP. *Applied Statistics*, 25:26–30, 1976.
- [CEG66] C. Chatfield, A. S. C. Ehrenberg, and G. J. Goodhardt. Progress on a Simplified Model of Stationary Purchasing Behavior. *Journal of the Royal Statistical Society A*, 129:317–367, 1966.
- [Coo00] Robert Walker Cooley. *Web Usage Mining: Discovery and Application of Interesting Patterns and Web Data*. PhD thesis, 2000. Faculty of the Graduate School the University Minnesota. Advisor: Jaideep Srivastava.
- [Die99] Die Deutsche Bibliothek, editor. *MAB2 - Maschinelles Austauschformat für Bibliotheken*. Die Deutsche Bibliothek, Frankfurt, 2 edition, 1999.
- [Ehr88] A. S. C. Ehrenberg. *Repeat-Buying: Facts, Theory and Applications*. Charles Griffin & Company Ltd, London, 2 edition, 1988.
- [GR02] Wolfgang Gaul and Gunter Ritter, editors. *Classification, Automation, and New Media*, volume 20 of *Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization*, Heidelberg, 2002. Springer-Verlag.
- [GSH01] Andreas Geyer-Schulz and Michael Hahsler. Pinboards and Virtual Libraries - Analysis Patterns for Collaboration. Technical Report 1, Institut für Informationsverarbeitung und -wirtschaft, Wirtschaftsuniversität Wien, Augasse 2-6, A-1090 Wien, 2001.
- [GSHJ01] Andreas Geyer-Schulz, Michael Hahsler, and Maximilian Jahn. Educational and Scientific Recommender Systems: Designing the Information Channels of the Virtual University. *International Journal of Engineering Education*, 17(2):153–163, 2001.

- [GSHJ02] Andreas Geyer-Schulz, Michael Hahsler, and Maximilian Jahn. Recommendations for Virtual Universities from Observed User Behavior. In Gaul and Ritter [GR02], pages 273–280.
- [GSHNT03] Andreas Geyer-Schulz, Michael Hahsler, Andreas Neumann, and Anke Thede. Behavior-Based Recommender Systems as Value-Added Services for Scientific Libraries. In Hamparsum Bozdogan, editor, *Statistical Data Mining & Knowledge Discovery*. Chapman & Hall / CRC, 2003.
- [GSHT03] A. Geyer-Schulz, M. Hahsler, and A. Thede. Comparing association-rules and repeat-buying based recommender systems in a B2B environment. *Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization*, Heidelberg, 2003. Springer-Verlag. To appear.
- [GSNT03] Andreas Geyer-Schulz, Andreas Neumann, and Anke Thede. Others also use: a Robust Recommender System for Scientific Libraries, 2003. To appear.
- [HTK00] David Hicks, Klaus Tochtermann, and Andreas Kussmaul. Augmenting Digital Catalogue Functionality with Support for Customization. In *Proceedings of 3rd International Conference on Asian Digital Libraries*, 2000.
- [Kea97] J. Konstan et al. Grouplens: Applying Collaborative Filtering to Usenet News. *Communications of the ACM*, 40(3):77 – 87, Mar 1997.
- [KGKF01] Rüdiger Klatt, Konstantin Gavrilidis, Kirsten Kleinsimlinghaus, and Maresa Feldmann. Nutzung und Potenziale der innovativen Mediennutzung im Lernalltag der Hochschulen, 2001. BMBF-Studie, <http://www.stefi.de/>.
- [MN02] A. Mild and M. Natter. Collaborative filtering or regression models for Internet recommendation systems? *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 10(4):304 – 313, Jan 2002.
- [PW78] N. Powell and J. Westwood. Buyer-Behaviour in Management Education. *Applied Statistics*, 27:69–72, 1978.
- [Res75] Aske Research. The Structure of the Tooth-Paste Market. Technical report, Aske Research Ltd., London, 1975.
- [RN95] Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach - The Intelligent Agent Book*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1995. Introduction and survey of AI.
- [Sic82] H. S. Sichel. Repeat-Buying and a Poisson-Generalised Inverse Gaussian Distributions. *Applied Statistics*, 31:193–204, 1982.
- [S.R65] S.R.S. The S.R.S. Motorists Panel. Technical report, Sales Research Service, London, 1965.
- [TK02] Pang-Nin Tan and Vipin Kumar. Discovery of Web Robot Sessions Based on Their Navigational Patterns. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 6:9–35, 2002.
- [WT87] Udo Wagner and Alfred Taudes. Stochastic Models of Consumer Behaviour. *European Journal of Operational Research*, 29(1):1–23, 1987.