

EFFIZIENZ DURCH CHAOS: NACHFRAGEABHÄNGIG OPTIMIERTE MAGAZINBEWIRTSCHAFTUNG IN WISSENSCHAFTLICHEN UNIVERSALBIBLIOTHEKEN

Christoph Janello

Bayerische Staatsbibliothek / Bibliotheksakademie Bayern

christoph@janello.net

1. Motivation

Die unmittelbare Verfügbarkeit wissenschaftlicher Datenbanken, elektronischer Zeitschriften und Bücher hat Arbeitsweisen und Gewohnheiten von Wissenschaftlern grundlegend geändert. Wissenschaftliche Bibliotheken tragen diesem Trend durch umfassende Investitionen in die Zugänglichmachung dieser Ressourcen Rechnung.

Im Vergleich hierzu wird von vielen Nutzern der Aufwand, magazinierte Bücher erst bestellen und im Anschluss daran deren Bereitstellung abwarten zu müssen, bereits als erhebliche Einschränkung empfunden, wodurch für sie die Verwendung magaziniertes Literatur allenfalls die zweitbeste Lösung darstellt.¹ Wartezeiten von mehreren Werktagen wirken aus diesem Blickwinkel heraus betrachtet wie ein Anachronismus.

Insbesondere wissenschaftliche Archivbibliotheken verfügen über einen immensen, ständig weiter wachsenden Bestand von forschungsrelevanten Büchern in gedruckter (und handschriftlicher) Form. Um diesen Zuwachs aufzunehmen, werden vielerorts Speicherbibliotheken und Außenmagazine errichtet, mit welchen die

¹ Vgl. Golsch & Wohlfarth (2009, S. 66); Depping (1994, S. 21).

Bereitstellungsdauer aufgrund der physischen Entfernung weiter ansteigt.² Als Konsequenz der aufgezeigten Entwicklungen laufen magazinierte Bestände Gefahr, in der wissenschaftlichen Nutzung zusehends an Bedeutung zu verlieren.

Moderne Ansätze und Technologien der Logistik haben demgegenüber das Potenzial, den zeitlichen Nachteil in der Verfügbarkeit magazinierte Bestände erheblich zu verringern. Diese werden im vorliegenden Beitrag vorgestellt und münden in ein beispielhaft entwickeltes Konzept für den Betrieb eines *Dynamischen Magazins*, welches die schnelle und effiziente Bereitstellung häufig nachgefragter Medien erlaubt. Zunächst erfolgt jedoch in Kapitel 2 als Grundlage für die weiteren Ausführungen eine Bestandsaufnahme der aktuell vorherrschenden Konzepte und Arbeitsweisen der Logistik³ innerhalb von Bibliotheken, gefolgt von einem Überblick über moderne logistische Ansätze in Kapitel 3.

2. Logistische Prozesse in Bibliotheken

Insbesondere für wissenschaftliche Bibliotheken mit geringem Freihandbestand stellt die schnelle Bereitstellung von in Magazinen eingelagerten Medien eine wichtige Aufgabe mit großer Bedeutung für die Nutzerzufriedenheit dar. Hierzu sind verschiedene Teilprozesse notwendig, die im Folgenden als Grundlage für die im weiteren Verlauf angestellten Überlegungen kurz in den heute üblichen Realisierungsformen dargestellt werden.

2.1 Bibliotheksmagazine und deren Betrieb

Magazine sind eine „gesonderte Raumgruppe innerhalb der Bibliothek, in der Bücher aufbewahrt („magaziniert“) werden“.⁴ Im Gegensatz zur Freihandaufstellung sind Magazine nur für Mitarbeiter der Bibliothek zugänglich, sofern sie nicht für die Benutzer geöffnet als Freihandmagazin betrieben werden. Um eine effiziente Platzausnutzung zu erreichen, erfolgt die Einstellung üblicherweise getrennt nach

² Für einen Überblick zum Thema Speichereinrichtungen vgl. Reinitzer (1998); Deardorff & Aamot (2006).

³ Wie aus der nachfolgenden Definition ersichtlich wird, umfasst der Begriff Logistik sowohl den Medientransport als auch die Aufbewahrung im Magazin: „Logistische Prozesse sind alle Transport- und Lagerungsprozesse sowie das zugehörige Be- und Entladen, Ein- und Auslagern (Umschlag) und das Kommissionieren.“ (Arnold et al. (2008, S. 3)).

⁴ Strauch & Rehm (2007, S. 291).

Buchformaten entsprechend ihrem Zugangsdatum (*Numerus Currens*). Durch den Einsatz von in Schienensystemen verschiebbaren Kompaktregalsystemen kann die Kapazität mehr als verdoppelt werden, sofern die baulichen Bedingungen (insbesondere die Statik des Gebäudes) dies zulassen.⁵ Da in der Numerus-Currens-Aufstellung neu vergebene Signaturen den vergebenen Signaturenkreis jeweils nach hinten erweitern, muss im Magazin nur an einer Stelle Platz für Neuzugang gelassen werden. Entsprechend einfach ist der Prozess des erstmaligen Einstellens.

Demgegenüber ist der Prozess des *Aushebens*, also die Bereitstellung der Medien für einen Nutzer, hinsichtlich seiner schnellen und effizienten Gestaltung deutlich komplexer. So ist es einerseits sinnvoll, Bestellungen für jeden Magazinbereich zu bündeln und zur kürzest möglichen Ausheberoute zusammenzufassen, was in unterschiedlichem Ausmaß durch IT-Einsatz unterstützt wird. Allerdings bedeutet diese Bündelung auch eine Verzögerung der Bereitstellung, da die Aushebung erst beginnt, sobald ein Bündel zusammengestellt wurde. Somit müssen die beiden miteinander in Konflikt stehenden Ziele Schnelligkeit und Effizienz in Abhängigkeit vom verfügbaren Magazinpersonal abgewogen werden.⁶ Um die Rückstellung der Medien zu erleichtern und die Gefahr des Verstellens von Medien zu verringern, werden beim Ausheben *Stellvertreter* aus Karton oder Plastik eingesetzt.

2.2 Medientransport

Neben dem Magazinbetrieb stellt der Transport von Medien einen weiteren Kernprozess in der Bibliothekslogistik dar. Hierbei sind der Normalbetrieb, also der Transport einzelner Medien aus dem Magazin zum Nutzer, der Transport in das Magazin zur Einstellung, sowie der Umzug ganzer Bestandssegmente zu unterscheiden.

Während Umzüge in der Regel durch Speditionen oder eigene Mitarbeiter mittels dafür geeigneten Bücherwägen und ggf. LKW vorgenommen werden,⁷ stehen

⁵ Vgl. hierzu etwa Plassmann et al. (2011, S. 223); Umlauf & Gradmann (2012, S. 572); Strauch & Rehm (2007, S. 291-292).

⁶ Dieses Problem wird in allgemeinerer Form von de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007, S. 492-493) dargestellt.

⁷ Vgl. zum Thema Umzug von Bibliotheksbeständen Kelsey & Kendrick (2001); Trott & Fahr (2009) sowie o. V. (1998), eine Fallstudie der Spedition Kühne.

für den Transport einzelner Medien eine Reihe unterschiedlicher Transportmittel zur Verfügung. Diese sind entsprechend den baulichen Gegebenheiten, der zu transportierenden Menge und verfügbaren Investitionsmitteln bedarfsabhängig auszuwählen. In Bibliotheken sind Bücherrutschen, Förderbandanlagen, Behälterförderanlagen auf Förderbandbasis, Förderanlagen mit selbstfahrenden Behältern sowie, als flexibles, jedoch manuell fortzubewegendes Hilfsmittel, Bücherwagen verbreitet.⁸

Als neuere Entwicklung sind seit einigen Jahren fahrerlose Transportsysteme im Einsatz. Hierbei handelt es sich um eigenständig angetriebene Fahrzeuge, die auf festen Routen Transportkisten zwischen Übergabestationen transportieren und dabei durch die Nutzung von Personenaufzügen auch verschiedene Etagen erreichen können.⁹

Die im Abschnitt 3.1 näher vorgestellte RFID-Technik erlaubt zudem die Konstruktion von automatischen Mediensortieranlagen auf der Basis der Förderbandtechnik.¹⁰

3. Potenziale moderner logistischer Ansätze

Durch die wachsende Bedeutung schneller und effizienter Logistik und den voranschreitenden technischen Möglichkeiten wurden in den letzten Jahren eine Vielzahl von Konzepten und Technologien entwickelt, die Lager- und Transportprozesse nachhaltig optimieren. Obwohl die Magazinbewirtschaftung einer wissenschaftlichen Bibliothek gegenüber typischen Lagerhaltungsproblemen in Industrie und Handel einige, in der Forschungsliteratur wenig betrachtete, Besonderheiten aufweist (so ist bspw. jeder Artikel typischerweise nur einmal vorhanden und wird auch nicht nachbestellt),¹¹ so sind doch einige Konzepte auf die oben dargestellten Aufgabenfelder in Bibliotheken gut übertragbar. Diese werden im Folgenden dargestellt.

⁸ Für eine nähere Beschreibung der genannten Transportmittel, vgl. Schweigler (1990, S. 73-76). Für einen geschichtlichen Überblick zu Buchförderanlagen, vgl. Prohl (1999).

⁹ Vgl. Richter (2009, S. 179); Fichte & Kroß (2004, S. 23-24).

¹⁰ Vgl. Kern (2002, S. 253).

¹¹ Vgl. etwa Chou, Chen & Chen (2012, S. 881).

3.1 Technologien zur Objektidentifikation

Für logistische Prozesse ist es von hoher Bedeutung, jedes in Bearbeitung befindliche Objekt eindeutig identifizieren zu können. Traditionell wird in Bibliotheken hierfür die Signatur eingesetzt, mit Einführung von elektronischen Verbuchungssystemen zusätzlich eindeutige Mediennummern, die durch entsprechende Lesegeräte in das Bibliotheksanwendungssystem eingelesen werden. Vorherrschend sind sowohl in der Bibliothekswelt als auch in der Logistikbranche optische Datenträger, insbesondere aufgedruckte Klarschrift sowie ein- oder zweidimensionale Codes (*Bar- oder Strichcodes bzw. Stapel- oder Matrixcodes*).¹²

Der Vorteil dieser Technologie liegt neben der hohen Zuverlässigkeit insbesondere in den geringen Kosten, da die Codes mit üblichen Druckverfahren hergestellt werden können und Lesegeräte günstig zu erwerben sind. Die Nachteile liegen neben der geringen Speicherkapazität insbesondere in der fehlenden Änderungsmöglichkeit nach Code-Erzeugung und in der erforderlichen Sichtverbindung zwischen Code und Lesegerät.¹³

Zur Vermeidung dieser Nachteile wurden Identifikationssysteme mit elektronischen Datenträgern entwickelt. Unter diesen weist insbesondere die *RFID-Technologie*¹⁴ eine hohe Leistungsfähigkeit und Verbreitung auf. Diese ist in der Lage, ein oder mehrere Objekte in der Umgebung des Lesegeräts ohne direkten Sichtkontakt in kürzester Zeit zu erfassen. Diese Eigenschaft erlaubt den Einsatz von Selbstverbuchungsterminals, aber auch von automatischen Buchförder- und Sortieranlagen.¹⁵ Im Gegensatz zu den oben dargestellten optischen Datenträgern können die gespeicherten Informationen beliebig geändert werden. Dabei ist die übliche Speicherkapazität von 1-2 kbit¹⁶ ausreichend, um nicht nur die Identifikation des Objektes zu speichern, sondern auch Informationen über das Objekt. Im hier behandelten Zusammenhang kommen bspw. die Anforderungsnummer und das Ziel des Transportvorgangs in Betracht.¹⁷

¹² Vgl. Arnold et al. (2008, S. 816ff).

¹³ Vgl. Martin (2011, S. 496); Ten Hompel (2005, S. 203ff); Kern (2011, S. 16).

¹⁴ RFID steht für „Radio Frequency Identification System“. Vgl. Arnold et al. (2008, S. 825).

¹⁵ Vgl. Kern (2002, S. 253).

¹⁶ Vgl. Kern (2011, S. 170).

¹⁷ Vgl. Martin (2011, S. 501).

Aber auch in der Lagerhaltung ist RFID sinnvoll einsetzbar: So erkennen fest installierte *Regalleser* in regelmäßigen Abständen die in der genau eingemessenen Reichweite abgelegten Objekte und erlauben so eine automatische, jederzeit aktuelle Bestandskontrolle.¹⁸

Mit dem *Dänischen Datenmodell* hat sich insbesondere im deutschsprachigen und skandinavischen Raum ein Standard für die Datenspeicherung auf RFID-Chips etabliert, welcher den Bedürfnissen von Bibliotheken entspricht und auch für den bibliotheksübergreifenden Einsatz (Fernleihe) geeignet ist. Es verbindet fest vorgegebene Speicherbereiche mit der Möglichkeit, bibliotheksspezifische Datenfelder zu ergänzen.¹⁹

3.2 Strategien der Lagerplatzvergabe

Hinsichtlich der Vergabe von Lagerpositionen lassen sich, wie in Abbildung 1 überblicksartig dargestellt, verschiedene Strategien unterscheiden. Diese werden im Folgenden näher beschrieben.

Strategien der Lagerplatzvergabe			
Feste Lagerplatzvergabe		Chaotische Lagerung	
Keine Zoneneinteilung	Nachfrageabhängige Einteilung in Zonen (ABC-Zonenkonzept)	Closest Option Location Storage / Teilchaotische Lagerung	Random Storage / Chaotische Lagerung i. e. S.
		Keine Zoneneinteilung	Nachfrageabhängige Einteilung in Zonen (ABC-Zonenkonzept)

Abbildung 1: Strategien der Lagerplatzvergabe²⁰

¹⁸ Vgl. Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 351); Pandian (2010, S. 32).

¹⁹ Vgl. Kern (2011, S. 270ff). Das Dänische Datenmodell ist neben zwei Alternativen Teil des internationalen Standards ISO DIS 28560.

²⁰ Eigene Abbildung auf Grundlage von Gleißner & Femerling (2008, S. 131); Günther & Tempelmeier (2012, S. 319); Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 66); de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007, S. 488-489); Weber (2009, S. 60). Die in grauer Schrift dargestellten Einlagerungsstrategien sind, wie im späteren Verlauf dargestellt, im Bibliothekskontext nicht abbildbar.

Der in Bibliotheken üblichen *festen Lagerplatzvergabe* (Aufstellung sortiert nach fest vergebener Signatur) stehen Ansätze der *Chaotischen Lagerung* gegenüber.

Kennzeichnend für die *Chaotische Lagerung*²¹ ist, dass jedem einzulagernden Objekt bei der Einlagerung ein beliebiger, für das Objekt geeigneter, Lagerplatz zugeordnet wird.²² Dabei ist der Einsatz eines Lagerverwaltungssystems unerlässlich, da nur in dieser Datenbank jeweils der aktuelle Lagerort eines Objektes gespeichert ist.²³ Zudem müssen die einzelnen Lagerplätze eindeutig gekennzeichnet werden, um die rasche und zuverlässige Auffindbarkeit und richtige Einsortierung der Artikel zu gewährleisten.²⁴

Strategien der *Chaotischen Lagerung* lassen sich daran unterscheiden, ob die konkrete Entscheidung, welcher Lagerplatz welchem Objekt zugewiesen wird, vom Lageristen oder dem Lagerverwaltungssystem getroffen wird. Im ersten Falle, von Weber (2009) als *Teilchaotisches Lagern* und von de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007) als *Closest Option Location Storage* bezeichnet, kommt es einerseits zu einer hohen Lagerauslastung in der Nähe des Wareneingangs, aber andererseits auch zu kürzeren Laufwegen. Im Gegensatz hierzu wird im Konzept des *Random Storage* durch das System ein zufällig ausgewählter freier Lagerplatz zugewiesen, wodurch sich eine gleichmäßige Lagerauslastung ergibt.²⁵ Dieses Vorgehen wird im Folgenden als *Chaotische Lagerung im engeren Sinne (i. e. S.)* bezeichnet.

Das Konzept der *Chaotischen Lagerung* kann mit einer *Einteilung in Lagerzonen* kombiniert werden. Der diesbezüglich in Industrie und Handel am weitesten verbreitete Ansatz ist die Unterteilung der bewirtschafteten Lagerfläche in Bereiche mit niedriger, mittlerer und hoher Nachfrage (*ABC-Zonen*).²⁶ Entsprechend werden die Lagerobjekte gemäß ihrer Zugriffshäufigkeit der jeweiligen Zone zugewiesen

²¹ Aufgrund der – gerade im Bibliothekskontext – irreleitenden möglichen Interpretation, ein chaotisches Lager würde aufgrund der fehlenden Ordnung dazu führen, dass Medien unauffindbar werden, wird im späteren Verlauf der unproblematischere Begriff „Dynamisches Magazin“ oder „nachfrageabhängig optimiertes Magazin“ verwendet. Chaotische Lagerung im Sinne der hier vorgenommenen Begriffsabgrenzung stellt den Kern dieser Ansätze dar.

²² Vgl. Gleißner & Femerling (2008, S. 131); Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 66).

²³ Vgl. Arnold et al. (2008, S. 377).

²⁴ Vgl. Martin (2011, S. 336).

²⁵ Vgl. Weber (2009, S. 60-61); de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007, 488-489); Chen, Langevin & Riopel (2010, S. 992).

²⁶ Vgl. Martin (2011, S. 348).

(*ABC-Analyse*).²⁷ Dabei ist die Zone A für den Lageristen am schnellsten erreichbar. Da in diesem Bereich die am häufigsten benötigten Objekte eingelagert werden, lassen sich durch sinkende Laufwege deutliche Effizienzsteigerungen erzielen.²⁸ Im Bibliothekskontext ist das ABC-Zonenkonzept nur als freie Lagerplatzvergabe umsetzbar, da die Berücksichtigung der Nachfrage jedes einzelnen Buches mit der Aufstellung nach Signatur unvereinbar ist.²⁹

3.3 IT-unterstützte Einlagerung und Kommissionierung

Die Vorgänge der Ein- und Auslagerung und die damit verbundene Bündelung der ausgelagerten Artikel zu einem Auftrag (*Kommissionierung*)³⁰ werden in steigender Intensität durch IT-Einsatz unterstützt und gesteuert. Hierdurch lassen sich deutliche Kosteneinsparungen erzielen.³¹ In diesem Abschnitt werden entsprechende technische Lösungen, die prinzipiell für den Einsatz in der Magazinbewirtschaftung von Bibliotheken geeignet erscheinen, vorgestellt. Da der Prozess des Einlagerns als in der Regel weniger zeitkritische Umkehrung des Auslagerungsprozesses angesehen werden kann, wird dabei primär auf den Prozess der Auslagerung abgestellt.

Neben der kaum noch Verwendung findenden *Einstufigen Kommissionierung*, bei der jeder Auftrag mit allen darin enthaltenen Objekten nacheinander abgearbeitet wird, ist derzeit die *Zweistufige Kommissionierung* auch in Bibliotheken weit verbreitet. Hierbei werden die Objekte in Sammelrundgängen aus dem Lager entnommen und in einem anschließenden zweiten Prozess nach Aufträgen gebündelt.³²

Innerhalb dieser Vorgehensweise lassen sich verschiedene Varianten der Kommissioniersteuerung unterscheiden. Zum einen können die auszulagernden Objekte auf *Pickzettel* oder *Kommissionierlisten* ausgedruckt werden.³³ Während einzelne

²⁷ Vgl. Bernnat (1998, S. 88ff); Hausman, Schwarz & Graves (1976, S. 633); Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 113-114).

²⁸ Vgl. Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 66); Chao-Hsien Pan, Shih Po-Hsun & Wu (2012, S. 527ff). In der Logistik-Praxis wird häufig die „80/20-Regel“ angeführt, „die besagt, dass auf 20% der Artikel 80% der Nachfrage entfallen“ (Bernnat (1998, S. 90)).

²⁹ So geht beispielsweise die in der Bayerischen Staatsbibliothek durchgeführte bevorzugte Lagerung der letzten zehn Jahrgänge der NC-Signaturgruppe im Hauptgebäude in die Richtung des ABC-Zonenkonzeptes, jedoch findet hier eine pauschale Annahme bezüglich einer breiten Mediengruppe statt und keine Optimierung auf der Basis eines einzelnen Lagerobjektes.

³⁰ Zum Begriff Kommissionierung, vgl. Martin (2011, S. 390).

³¹ Vgl. Chao-Hsien Pan, Shih Po-Hsun & Wu (2012, S. 527); Yu & de Koster (2010, S. 4785ff).

³² Vgl. Arnold et al. (2008, S. 808).

³³ Vgl. Gudehus (2005, S. 718); Martin (2011, S. 393).

Pickzettel in der Regel von den Lageristen manuell in eine effiziente Abfolge gebracht werden müssen, bietet die Zusammenstellung auf *Picklisten* durch das Lagerverwaltungssystem die Möglichkeit, die auszulagernden Objekte entsprechend einer auf der Basis mathematischer Algorithmen optimierten Route durch das Lager zu sortieren.³⁴

Diese Effizienzgewinne lassen sich durch den Einsatz einer IT-basierten Kommissioniersteuerung weiter ausbauen, bei der auf Papierausdrucke verzichtet wird. Hierzu können einerseits die Regale mit Signaleinrichtungen und Tastaturen ausgestattet werden, die dem Kommissionierer anzeigen, welches Objekt zu entnehmen ist.³⁵ Der andere, mit, insbesondere bei großen Lageranlagen, geringeren Kosten und höherer Flexibilität verbundene Ansatz ist die Ausstattung der Lageristen mit mobilen Endgeräten.

Hierbei haben sich zum einen Geräte etabliert, die durch Sprachausgabe den Lageristen von einem Objekt zum nächsten führen (*Pick-by-Voice*).³⁶ Zum anderen können die Mitarbeiter mit mobilen Terminals ausgestattet werden, die Barcode- oder RFID-Leser enthalten. Diese führen den Mitarbeiter von einer Lagerposition zur nächsten und überprüfen jede Entnahme durch das Einscannen des Barcodes in Echtzeit auf Richtigkeit.³⁷ Die mobile Datenerfassung kann online, also über eine Funkverbindung zum Lagersteuerungssystem, oder offline abgewickelt werden. Die Vorteile der Online-Erfassung liegen in der kontinuierlichen Datenübertragung, die zum einen die Statusabfrage in Echtzeit und zum anderen die dynamische Anpassung der Pickroute bei neu eintreffenden Bestellungen erlaubt. Der Vorteil der Offline-Variante liegt in der Unabhängigkeit von der Verfügbarkeit der Funkverbindung. Allerdings ist vor und nach jeder Pickroute die Synchronisation mit dem Lagersteuerungssystem erforderlich.³⁸

³⁴ Vgl. Gu, Goetschalckx & McGinnis (2007, S. 11ff); de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007, S. 494ff).

³⁵ Diese Systeme werden häufig als „Paperless Order Picking“, „Pick by Light“ oder „Pick by Point“ bezeichnet. Vgl. Arnold et al. (2008, S. 808); Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 72-73).

³⁶ Vgl. Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 73).

³⁷ Vgl. Martin (2011, S. 394).

³⁸ Vgl. Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 72); Martin (2011, S. 394).

3.4 Lagerautomatisierung

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Unterstützung der von Lageristen durchgeführten Ein- und Auslagerungsprozesse in ortsfesten, konventionellen Regalsystemen (*Statische Bereitstellung*) adressiert wurde, werden nun die Weiterentwicklungen der Regalsysteme hin zu automatischen Systemen betrachtet. In diesen Systemen wird die Ware zum Kommissionierer gebracht (*Dynamische Bereitstellung*).³⁹

Für den Einsatz in Bibliotheksmagazinen kommen insbesondere *Automatische Kleinteile-Lager* in Betracht. Diese bestehen aus bis zu 20 m hohen Regalanlagen, die normierte Behälter enthalten, welche durch automatische Regalbediengeräte aus dem Regal entnommen und über ein Fördersystem in den Kommissionierbereich transportiert werden, wo der Lagerist die Ware entnimmt oder einlegt. Beim Einlegen der Objekte in die Behälter wird im Lagerverwaltungssystem, etwa durch das Scannen von Barcodes, eine Verknüpfung zwischen Objekt und Behälter erzeugt, die das Wiederauffinden ermöglicht. Diese wird bei Entnahme wieder gelöscht. Die Entscheidung über die Einlagerungsposition der Behälter übernimmt das Lagerverwaltungssystem in der Regel nach dem Prinzip der *Chaotischen Lagerung i. e. S.*⁴⁰ Nach vier erfolglosen Versuchen amerikanischer Universitäten gilt die Anlage der Erasmus Universität in Rotterdam aus dem Jahre 1970 als die älteste, nach massiven Anfangsschwierigkeiten schließlich erfolgreiche Realisierung eines automatischen Bibliotheksmagazins.⁴¹ Inzwischen setzen eine Reihe von Bibliotheken automatische Lagersysteme für bis zu 8,4 Mio. Medien ein, in der Regel für wenig genutzte Materialien.⁴²

Die Vorteile dieser Systeme liegen in ihrer Effizienz: So errechnete die California State University für die Lagerung ihrer Bestände in einem automatischen Magazin 1/12 des Platzbedarfs gegenüber Freihandaufstellung bei 75 % Kostenersparnis. Gleichzeitig können die Bereitstellungsdauer reduziert und das

³⁹ Vgl. Martin (2011, S. 391).

⁴⁰ Vgl. Martin (2011, S. 408ff).

⁴¹ Vgl. Shirato, Cogan & Yee (2001, S. 254); Kirsch (1999, S. 2).

⁴² Unter anderem die Oviatt Library (California State University), vgl. Kirsch (1999); die Lied Library (University of Nevada Las Vegas), vgl. Haslam (2005); die Bruce T. Halle Library (Eastern Michigan University), vgl. Shirato, Cogan & Yee (2001); die Marriott Library (University of Utah), vgl. Chou, Chen & Chen (2012); die Bodleian Library, vgl. Gabel (2011).

Klima hinsichtlich Brandschutz und konservatorischen Kriterien optimiert werden, da im Lagerbereich im Regelbetrieb auf die Bedürfnisse von Menschen keine Rücksicht genommen werden muss.⁴³ Nachteile bestehen insbesondere in hohen Investitions- und Wartungskosten.⁴⁴

Derzeit ist, wie oben geschildert, der Einsatz genormter Behältnisse notwendig, da der Stand der Roboterentwicklung noch nicht ausreicht, um zuverlässig Objekte verschiedener Größe und Oberflächen zu greifen.⁴⁵ So ist auch das ambitionierte Projekt der Sheridan Libraries der Johns Hopkins University, das automatische Lagerung in einem Außenmagazin mit dem vollautomatischen Einlegen der Bücher in fernsteuerbare Scanroboter verband, nicht über frühe Projektphasen hinausgekommen.⁴⁶

3.5 Outsourcing

In Industrie und Handel besteht ein anhaltender Trend zum Outsourcing⁴⁷ von logistischen Dienstleistungen.⁴⁸ So ist im Bibliothekskontext neben dem Einsatz von Fremdpersonal im eigenen Magazin auch das Outsourcing ganzer Prozesse möglich, wengleich nicht üblich.

Als Beispiel kann die Nutzung einer Speicherbibliothek⁴⁹ angeführt werden, welche nicht direkt durch staatliche Mittel finanziert wird, sondern durch eine nutzungsabhängige Umlage der Bibliotheken, deren Bestände in die Speicherbibliothek aufgenommen werden. In diesem Falle wird die Magazinbewirtschaftung durch den Betreiber der Speicherbibliothek übernommen. Solche Konstruktionen bestehen bspw. für die Bibliotheken der Harvard University,

⁴³ Vgl. de Lucy (2009); Kirsch (1999, S. 2).

⁴⁴ Vgl. Roodbergen & Vis (2009, S. 343).

⁴⁵ Vgl. Götz (2009, S. 57-58); Hakvoort & Ansink (2012, S. 170ff).

⁴⁶ Vgl. Suthakorn et al. (2002); Choudhury, Hobbs & Lorie (2002).

⁴⁷ Zum Begriff „Outsourcing“ im Logistik-Kontext, vgl. Heiserich, Helbig & Ullmann (2011, S. 162).

⁴⁸ Vgl. Delfmann (1999, S. 199).

⁴⁹ Die Idee von Speicherbibliotheken ist auch in Deutschland bekannt. Ein entsprechendes Konzept der regional abgestimmten Einlagerung selten genutzter Werke wurde in den „Empfehlungen zum Magazinbedarf wissenschaftlicher Bibliotheken“ des Wissenschaftsrates 1986 manifestiert und in den darauf folgenden Jahren mancherorts umgesetzt, jedoch ohne nachhaltigen Erfolg. Die Zuordnung dieser Konzepte zum Konzept des Outsourcings erscheint aufgrund der Finanzierungsstruktur jedoch fraglich.

zwischen fünf wissenschaftlichen Bibliotheken in Massachusetts und zwischen wissenschaftlichen Bibliotheken in Washington DC.⁵⁰

4. Entwicklung eines konkreten Konzeptes

Auf der Basis der sich aus den oben ausgeführten neuen Ansätzen in Lagerhaltung und Logistik ergebenden Potenziale wird in diesem Kapitel ein Konzept zur nachfrageabhängig optimierten Magazinbewirtschaftung entwickelt. Die Vorschläge orientieren sich an den Rahmenbedingungen der Bayerischen Staatsbibliothek (BSB) und greifen die von Hilpert & Trzcionka (2008) formulierten Ideen auf, lassen sich jedoch auf andere große Magazinbibliotheken übertragen. Mit diesem Konzept sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Verkürzung der Bereitstellungsdauer häufig nachgefragter Bücher
- Effizienzgewinne im Personaleinsatz durch kürzere Laufwege im Magazin
- Konservatorische Verbesserungen (Reduktion von Transporten ins Außenmagazin)

Dies geschieht durch die Einrichtung eines zusätzlichen *Dynamischen Magazins*,⁵¹ welches besonders häufig nachgefragte Bücher aufnimmt. Die Entscheidung über die Einstellung von Büchern in dieses Magazin geschieht auf der Basis von Nutzungsdaten jedes einzelnen Mediums und wird laufend überprüft.

Nach einer Zusammenfassung der an der Bayerischen Staatsbibliothek gegebenen Rahmenbedingungen als Ausgangspunkt wird dieses Konzept in den nachstehenden Abschnitten im Detail dargelegt.

4.1 Rahmenbedingungen

Die derzeit ca. 9,9 Mio. Bände der Bayerischen Staatsbibliothek⁵² befinden sich mit Ausnahme der Präsenzbestände in den Lesesälen in für Nutzer unzugänglichen Magazinen. Da der Platz im Hauptgebäude hierfür bei Weitem nicht ausreicht, werden derzeit zusätzlich zwei Außenmagazine betrieben, ein drittes ist in Planung. Diese Außenmagazine liegen 8 und 17 km vom Hauptgebäude entfernt, weshalb die

⁵⁰ Vgl. Graham (2001, S. 14); Bridegam (2001, S. 18); Payne (2001, S. 46).

⁵¹ Der Begriff „Dynamisches Magazin“ wurde gewählt, um zu verdeutlichen, dass der darin enthaltene Bestand nicht gleich bleibt, sondern sich im stetigen nachfrageabhängig optimierten Wandel befindet.

⁵² Zum 31.12.2012 betrug der Bestand 9.929.387 Bände.

bestellten Bücher täglich in zwei Touren mittels LKW in das Hauptgebäude transportiert werden, wo die Bereitstellung für die Nutzer erfolgt. Die Bestände sind nach Signaturgruppen auf die Magazinstandorte verteilt. Die Zuordnung erfolgt insbesondere nach Medientyp, Wert und Erhaltungszustand der Bestände. Zudem befinden sich die letzten zehn Jahrgänge der von der BSB durch Kauf erworbenen Bücher im Hauptgebäude, um den aktuellen Forschungsbedarf schneller decken zu können.

Die Bausubstanz des denkmalgeschützten Hauptgebäudes, welches 1832-1843 errichtet und nach dem Zweiten Weltkrieg wiederaufgebaut wurde, setzt minimale Spielräume hinsichtlich baulicher Veränderungen im Magazinbereich. Hierdurch scheidet der Einbau eines automatisierten Lagers ohne erhebliche mehrjährige Betriebseinschränkungen aus. Aus statischen Gesichtspunkten kommt erschwerend hinzu, dass die Magazine nicht in den unteren Etagen, sondern überwiegend in den oberen Etagen des Hauses untergebracht sind. Die Magazine sind mit normalen Bücherregalen ausgestattet und mittels einer Buchförderanlage u. a. mit der Orts- und Lesesaalleihe verbunden.

Die Bestände der Bayerischen Staatsbibliothek erfreuen sich großer Nutzernachfrage: Im Jahr 2011 verteilten sich ca. 1,7 Mio. Ausleihen auf knapp 700.000 Medien.⁵³

4.2 Das Dynamische Magazin

Für die Umsetzung des hier vorgeschlagenen Magazinbewirtschaftungskonzeptes ist die Einrichtung eines zusätzlichen Magazins notwendig, welches nach der Logik der *ABC-Analyse* die nachfragestärksten Medien aufnimmt und somit einer kaskadierenden Lagerarchitektur entspricht.⁵⁴ Da dieses Zuordnungskriterium von eher kurzfristiger Natur ist, erscheint es nicht sinnvoll, den in der herkömmlichen Aufstellung nach Signatur für diese Medien vorgesehenen Platz aufzugeben, da

⁵³ Die genannten Zahlen entstammen der Statistik des Bibliothekssystems. Dabei ist anzumerken, dass die Ausleihzahlen auch Verlängerungen der Leihfrist und teilweise auch Vorgänge der Medienbearbeitung umfassen. Diese können nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand herausgerechnet werden.

⁵⁴ In Abweichung zur in Abschnitt 3.2 näher dargestellten ABC-Analyse wird in diesem Konzept jedoch nur zwischen zwei Lagerzonen unterschieden: dem Dynamischen Magazin für die nachfragestärksten Bestände und dem normalen Magazinen. Vgl. Chou, Chen & Chen (2012, 881-882); Bernnat (1998, S. 88ff).

hiermit hoher Räumaufwand verbunden wäre. Somit ist dieser Platzbedarf zusätzlich und nicht an anderer Stelle einsparbar.

Die Einstellung der für dieses Magazin ausgewählten Bücher erfolgt gemäß dem oben dargestellten Prinzip der *Teilchaotischen Lagerung (Closest Option Location Storage)*. Somit wird eine hohe Auslastung des Magazins ohne die Notwendigkeit, die Bestände rücken zu müssen, erreicht.⁵⁵

Hinsichtlich der *Dimensionierung des Magazinbereichs* ist eine Abwägung zwischen dem erzielten Effizienzgewinn und dem zusätzlichen Platzbedarf erforderlich. Um eine Empfehlung abgeben zu können, wird auf die in **Anhang 1** und **2** dargestellten Zahlen aus der im Bibliothekssystem erfassten Ausleihstatistik der BSB im Jahr 2011 zurückgegriffen. Wie dem in Anhang 2 abgebildeten Diagramm zu entnehmen ist, entsteht ein beträchtlicher Teil der Leihvorgänge durch die Nutzung vergleichsweise weniger Medien. Hierbei ist festzustellen, dass bei weniger als vier Ausleihen pro Jahr die Anzahl der zugrunde liegenden Medien stark ansteigt. Um ein sinnvoll kompakt dimensioniertes *Dynamisches Magazin* zu erreichen, sollte der Grenzwert also für die Einlagerung mindestens vier Leihvorgänge pro Jahr betragen. Von der anderen Seite betrachtet ist beim Übergang von sieben auf sechs Leihvorgänge ein starkes Anwachsen der auf Basis der betrachteten Medien durchgeführten Leihvorgänge zu erkennen. Somit erscheint ein Korridor zwischen vier und sechs Leihvorgängen je Medium zielführend zu sein.⁵⁶

Innerhalb des identifizierten Korridors lässt sich keine eindeutige Empfehlung ableiten, zumal es sich um Zahlen aus der Vergangenheit handelt, auf deren Basis Entscheidungen für die Zukunft getroffen werden. Aufgrund dieser Unsicherheit erscheint der in der Mitte liegende Grenzwert von fünf eine naheliegende Wahl zu sein.⁵⁷

In der Praxis hängt die Wahl des Grenzwertes auch von der Verfügbarkeit entsprechender Räumlichkeiten ab. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der Strategie der *Chaotischen Lagerung* in Verbindung mit der hohen Absenzquote nicht für

⁵⁵ Für die weiteren Eigenschaften und Vorteile der Chaotischen Lagerung sei auf Abschnitt 3.2 verwiesen.

⁵⁶ Für eine detaillierte Betrachtung der statistischen Werte sei auf die in **Anhang 1** wiedergegebenen Werte verwiesen.

⁵⁷ Dieser Wert wird im weiteren Verlauf als Ausgangswert weiter verfolgt, sollte vor der Umsetzung dieses Konzepts jedoch an die tatsächlich verfügbare Magazinkapazität angepasst werden.

jedes dieser Medien immer ein Lagerplatz vorgehalten werden muss. So ergibt sich aus durchschnittlich ca. sechs Leihvorgängen p. a. im betrachteten Bereich unter der Annahme, dass ein Leihvorgang im Durchschnitt zwei Wochen dauert,⁵⁸ eine durchschnittliche Absenz von zwölf Wochen. Entsprechend erscheint es ausreichend, Platz für rund 77 % der Medien zuzüglich einer Sicherheitsreserve für saisonale Schwankungen bereitzuhalten. Somit ergibt sich für den oben hergeleiteten Grenzwert von fünf Ausleihen pro Jahr ein Platzbedarf von ca. 70.000 Medien.

Neben der Kapazität ergeben sich noch weitere Anforderungen an das Magazin: Zum einen ist eine unmittelbare Anbindung an die Buchförderanlage erforderlich, da sich konzeptuell-inhärent eine hohe Umschlagsmenge ergibt. Aus diesem Grunde ist auch die Bestückung der Regale in ergonomischer Arbeitshöhe vorzusehen. Zum anderen ergeben sich aus dem im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Konzept zur Ein- und Auslagerung klare Anforderungen an Unterteilung und Markierung der Lagerpositionen. Diese werden in den nachfolgenden Teilkapiteln näher beschrieben.

4.3 Prozesse und Logik der Einlagerung und Auslagerung

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt das *Dynamische Magazin* als solches im Mittelpunkt der Betrachtung stand, werden nun die Vorgänge beschrieben, die zur Ein- und Auslagerung führen. Hierzu sind drei Vorgänge notwendig: die Einlagerung aus dem Rücklauf des Routinebetriebs, die Auslagerung im Zuge der Buchbereitstellung und die Rückstellung von wider Erwarten selten genutzten Medien an deren normalen Magazinstandort. Diese Prozesse sind in Form einer ereignisgesteuerten Prozesskette in **Anhang 3** grafisch dargestellt und werden im Folgenden erläutert.

Entscheidungskriterien für Ein- und Auslagerung

Zunächst sind als Grundbedingung alle Medien von der Einlagerung im *Dynamischen Magazin* auszuschließen, die hierfür nicht geeignet sind. In diesem Zusammenhang sind einerseits besonders wertvolle oder empfindliche Bestände zu nennen, aber auch

⁵⁸ Dieser Wert beruht auf der eher konservativen Annahme, dass die maximale Leihfrist von vier Wochen durchschnittlich zur Hälfte ausgenutzt wird.

Großformate und Bestände, bei denen sich aus der gemeinsamen Aufstellung ein eigener Wert ergibt (z. B. Schenkungen abgeschlossener Bibliotheksbestände).

Für die restlichen Medien ist die Definition eines weiteren Entscheidungskriteriums notwendig. Hierbei wird, da im Gegensatz zu fortgeschrittenen E-Commerce-Systemen keine zukunftsorientierten Daten zur Verfügung stehen, auf die Ausleihstatistik der letzten Jahre zurückgegriffen. Zudem muss das Entscheidungskriterium auf die verfügbare Magazinkapazität abgestimmt sein, um diese optimal auszulasten. Dies kann, da hierfür im vorangegangenen Abschnitt ebenfalls auf die Ausleihstatistik zurückgegriffen wurde, gewährleistet werden.

Das an der BSB eingesetzte Ausleihsystem SISIS verzeichnet neben den Ausleihen des laufenden Kalenderjahres für jeden Buchdatensatz die Anzahl der Ausleihen in den beiden vorangegangenen Jahren sowie einen Gesamtzähler. Diese werden mit Ausnahme des prognostisch wenig aussagekräftigen Gesamtzählers gemäß nachstehender Formel zu einem *Nutzungsintensitätsscore* (S) verdichtet, der aktuelle Ausleihen (N_t) gegenüber älteren (N_{t-1} und N_{t-2}) deutlich stärker gewichtet:

$$S = N_t + \frac{N_{t-1}}{2} + \frac{N_{t-2}}{4}$$

Somit ergibt sich für ein Medium, welches in jedem der drei betrachteten Jahre fünf Ausleihen verzeichnet hat, der Wert 8,75.⁵⁹

Es erscheint zunächst ausreichend zu sein, diesen Wert als Grenzwert für die Einlagerungsentscheidung zu setzen, wenn das *Dynamische Magazin* wie oben angenommen für alle Bücher, die mindestens fünf Ausleihen pro Jahr verzeichnen, dimensioniert wurde.⁶⁰ Leider würde dieses Vorgehen aufgrund der in SISIS vorgenommenen Statistikzählung auf der Basis von Kalenderjahren jedoch dazu führen, dass am Jahresanfang sehr wenige zurückgegebene Bücher den Grenzwert zur Einlagerung erreichen, da in diesem Kalenderjahr nur sehr wenige Ausleihen

⁵⁹ Berechnung: $S = 5 + \frac{5}{2} + \frac{5}{4} = 8,75$

⁶⁰ Es sei darauf hingewiesen, dass die Magazinkapazität auf der Basis der Nutzungszahlen aus einem Jahr berechnet wurde. Beim hier beschriebenen Vorgehen wird unterstellt, dass Medien über Jahre hinweg die gleiche Nutzungsintensität aufweisen. Dies ist in der Realität vermutlich nicht der Fall, eine Abweichung ist jedoch eher nach unten zu erwarten, sodass das Dynamische Magazin eher unter- als überausgelastet würde. Der Grenzwert ist nach den Erfahrungen in der Einführungsphase ohnehin anzupassen.

vorliegen können. Dieser unerwünschte Effekt muss herausgerechnet werden. Dies könnte beispielweise durch eine monatliche Anpassung des Grenzwertes um je 1/12 des für das laufende Jahr kalkulierten Wertes geschehen, im konkreten Fall wäre der Grenzwert im Januar also bei 4,16 und würde sich jeden Monat um 0,42 Punkte erhöhen.

Das eben gezeigte Entscheidungskriterium ist in der Anfangsphase notwendig, um durch die richtige Einlagerungsquote die gewünschte Kapazitätsauslastung zu erreichen. Sobald das Magazin repräsentativ für den adressierten Bestand gefüllt ist, wird ein dynamisches Vorgehen empfohlen, welches im Folgenden skizziert wird.

So ergibt sich der Grenzwert für die Einlagerung (G_e) aus dem Mittelwert der Nutzungsintensitätsscores der bereits im *Dynamischen Magazin* eingelagerten Medien ($\overline{S_m}$) zuzüglich eines Aufschlag-Multiplikators β :

$$G_e = \overline{S_m} * \beta \quad (\beta > 1)$$

Der Multiplikator β ist notwendig, da $\overline{S_m}$ keine feste Größe darstellt, sondern mit voranschreitender Zeit absinkt. Deswegen sollten neu einzulagernde Medien bereits einen überdurchschnittlich hohen Score aufweisen. Somit wird einer Verschlechterung von $\overline{S_m}$ durch die „Alterung“ der im *Dynamischen Magazin* eingestellten Bestände entgegengewirkt, was zu einer steigenden Einlagerungsquote führen würde.

Ebenfalls zur Vermeidung von Überalterung, aber auch um Platz für aktuell stark nachgefragte Medien zu schaffen, ist zudem ein Entscheidungskriterium notwendig, auf Basis dessen Bücher ohne Nutzernachfrage aus dem *Dynamischen Magazin* abgeräumt und ihrem Platz im herkömmlichen Magazin wieder zugeführt werden.

Hierfür wird vorgeschlagen, den *Nutzungsintensitätsscore* der ersten Perzentile der im *Dynamischen Magazin* eingelagerten Medien zu berechnen, sobald die Auslastung 90 % der Kapazität beträgt. Alle Bücher mit einem aktuell niedrigeren Score (ca. 1 % des eingelagerten Bestandes) werden dann ausgelagert.

Aus der Kombination beider Effekte ergibt sich ein selbstregulierendes System. Dieses kann durch das Setzen von β gesteuert werden, wobei die Erhöhung dieses Wertes eine Verringerung der Aktivität im *Dynamischen Magazin* zur Folge hat.

Als Initialwert für β wird 1,1 vorgeschlagen, da eine leichter Aufschlag gegenüber dem zu Beginn konzeptgemäß stark nachgefragten Bestand im *Dynamischen Magazin* als ausreichend erscheint.

Ablauf der Einlagerung

Da die Nutzung eines Mediums die ausschlaggebende Variable für die Einlagerung in das *Dynamische Magazin* darstellt, wird die Einstellung an den Rücklauf aus der Benutzung gekoppelt. Somit entsteht kein zusätzlicher Aufwand durch die direkte Verlagerung von Beständen aus regulären Magazinen in das *Dynamische Magazin*.

Dieses Vorgehen macht eine Separierung der für das *Dynamische Magazin* vorgesehenen Medien bei der Rückgabe erforderlich. Hierzu erscheint bei der Rückgabeverbuchung von für das Dynamische Magazin vorgesehenen Büchern auf dem Bearbeitungsbildschirm eine auffällige Meldung, worauf diese Medien in einer eigenen Transportkiste separiert werden.

In Ergänzung zu dieser Vorgehensweise ist es zudem nahe liegend, die aktuellen Neuerwerbungen mit hoher Nachfragewahrscheinlichkeit direkt in das *Dynamische Magazin* aufzunehmen, um diese sofort schneller verfügbar zu machen und nicht erst nach einigen Leihvorgängen. Hierfür ist jedoch ein größer dimensioniertes *Dynamisches Magazin* erforderlich – im Fall der BSB wäre mindestens die Verdoppelung der Kapazität notwendig.

Nach erfolgtem Transport ins *Dynamische Magazin* beginnt dort die Einlagerung. Diese geschieht entsprechend der *Teilchaotischen Lagerung* unsortiert nach Verfügbarkeit von Lagerplatz durch den Magaziner. Dabei wird jedes eingestellte Medium durch das Einlesen der Mediennummer mittels mobilem Erfassungsterminal mit einem, ebenfalls durch Barcode gekennzeichneten, Lagerplatz verknüpft, wobei ein Lagerplatz bis zu zehn Bücher aufnehmen kann.⁶¹ Durch dieses Vorgehen wird die benötigte Zeit gegenüber der Einstellung in ein klassisches Magazin deutlich reduziert, da kein vorgegebener Platz gesucht werden muss. Die Lagerplatzvergabe durch den Magaziner hat gegenüber der ebenfalls denkbaren Vergabe durch das

⁶¹ Der Wert von zehn ist als Vorschlag zu interpretieren, für den die Anzahl der Medien je Lagerplatz im sinnvollen Verhältnis zur benötigten Anzahl an Lagerplätzen steht. Für die technische Realisierung sei auf Abschnitt 4.4 verwiesen. Als Sonderfall ist zudem zu betrachten, dass ein Medium zwischen der Rückgabe und der Einstellung bereits wieder angefordert worden sein kann. In diesem Fall würde das mobile Lesegerät beim Einlesen der Mediennummer darauf hinweisen.

Anwendungssystem Vorteile hinsichtlich Lagerkapazitätsausnutzung⁶² und Datenqualität.⁶³

Alternativ könnten auch alle eingestellten Medien mit RFID-Transpondern und die Regale mit entsprechenden Lesegeräten ausgestattet werden. In diesem Falle würde der Lagerbestand vollautomatisch erkannt werden und die Verbuchungsschritte entfallen. Aufgrund der noch unzureichenden Erkennungsleistung der Systeme in der Praxis und den enormen Investitionskosten wird von dieser Alternative jedoch Abstand genommen.

Ablauf der Auslagerung

Es werden zwei Prozesse der Auslagerung unterschieden: einerseits das Ausheben von Bestellungen im Regelbetrieb, andererseits die Verlagerung von wider Erwarten schlecht genutzten Beständen in das reguläre Magazin.

Das Ausheben von Bestellungen unterscheidet sich im *Dynamischen Magazin* nur aufgrund der *Chaotischen Lagerung* von Bestellungen aus regulären Magazinen. Da wegen der Einheitlichkeit mit dem für alle anderen Magazine praktizierten Prozess auf das Ausdrucken von Bestellscheinen, die bspw. auch die Leihfristinformation für den Nutzer enthalten, nicht verzichtet werden kann, wird dieses Vorgehen beibehalten. Die Bestellscheine werden in kurzen Intervallen nach Lagerplatz sortiert ausgedruckt und abgearbeitet. Die Magaziner orientieren sich innerhalb der Lagerplätze primär an den Informationen auf den Buchrücken. Bei der Entnahme wird der Barcode jedes Mediums eingescannt, wodurch die Verknüpfung zum Lagerplatz gelöscht wird und ein Abgleich mit den bestellten Medien stattfindet, um Verwechslungen auszuschließen. Das weitere Vorgehen entspricht dem Standardprozess.

Der zweite Auslagerungsvorgang wird immer dann angestoßen, wenn die kritische Kapazitätsauslastung (bspw. 90 %) überschritten ist. Gemäß den oben vorgestellten Kriterien wird vom System eine Abräumliste erstellt, wobei den ggf.

⁶² Da die Buchdatensätze keine Daten zur Dicke der Bücher enthalten, wären bei einer automatischen Vergabe der Lagerplätze hohe Sicherheitsreserven notwendig, mit entsprechender Minderung der Kapazitätsausnutzung.

⁶³ Durch das jeweils erforderliche Einscannen von Lagerplatz und Mediennummer werden Ablesefehler hinsichtlich des vorgesehenen Lagerplatzes vermieden. Diese können zur Unauffindbarkeit des Buches führen.

direkt eingestellten Neuerwerbungen zusätzlich eine „Schonfrist“ eingeräumt werden muss, da sie anfangs noch über keine Ausleihzahlen verfügen können. Die auf der Liste stehenden Bücher werden ausgehoben, deren Verknüpfungen zum Lagerplatz im *Dynamischen Magazin* entfernt und im regulären Magazin aufgestellt.

4.4 Erforderliche Anpassungen von Infrastruktur und IT-Systemen

Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten prozessoralen Veränderungen setzen Investitionen in die Ablaufsteuerungssoftware, spezifische Hardware sowie in die Infrastruktur voraus. Diese werden im Folgenden erläutert.

Funktionserweiterungen des Bibliotheksanwendungssystems

Das an der BSB eingesetzte Bibliothekssystem SISIS ist nicht für das Konzept der *Chaotischen Lagerung* nutzungsintensiver Medien ausgelegt. Deswegen sind eine Reihe von Erweiterungen erforderlich, die nachstehend beschrieben werden.

Zunächst ist die periodische *Neuberechnung der Nutzungsintensitätsscores* und des *Grenzwertes zur Einlagerung* nach den oben dargestellten Formeln zu implementieren. Dies bezieht sich einerseits auf den Bestand im Dynamischen Magazin, andererseits auch auf alle derzeit ausgeliehenen Medien. Zudem muss eine Funktion integriert werden, welche die *Separation der für das Dynamische Magazin bestimmten Medien* erlaubt. Diese nimmt den Abgleich mit dem Grenzwert zur Einlagerung vor, veranlasst eine prominente Bildschirmmeldung bei der Rücknahmeverbuchung und erlaubt damit die Separation, z. B. in einen dafür vorgesehenen Transportbehälter. Ähnlich ist die Funktion zur Erstellung der Abräumlisten auszuführen.

Im Bereich des Magazinbetriebs ist zunächst die *Erweiterung der Buchdatensätze* um ein Feld für den dynamisch vergebenen Lagerplatz erforderlich. Dieses Feld muss, falls gefüllt, bei Bestellungen von Büchern anstatt dem Signaturfeld auf den Bestellscheinen ausgegeben und der entsprechende Magazindrucker im Dynamischen Magazin angesteuert werden. Zudem ist die *Anbindung mobiler Terminals mit Barcodescannern an das Bibliothekssystem* erforderlich. Dieses muss zudem in der Lage sein, die über das Scannen von Barcodes eingegebenen Kommandos und Informationen effizient zu verarbeiten und die angesprochenen Funktionen der Fehlerprüfung beinhalten. Schließlich sollte die schnelle Verfügbarkeit der Medien im

Dynamischen Magazin im OPAC dargestellt werden, um die Serviceverbesserung für den Nutzer ersichtlich zu machen.

Die genannten Funktionen können teilweise durch direkten Datenbankzugriff unabhängig vom Hersteller implementiert werden (bspw. Berechnung der Nutzungsintensitätsscores), jedoch ist in den meisten Fällen ein Eingriff in die Programmlogik erforderlich. Hierfür sind Programmiererweiterungen durch den Hersteller erforderlich. Aufgrund des hohen Implementierungsaufwandes und der erforderlichen maximalen Ausfallsicherheit stellt kommerzielle Lagerwirtschaftssoftware eine attraktive Alternative dar. Allerdings sind auch bei deren Einsatz Schnittstellen zum Lokalsystem zu implementieren.

Investitionen in die Magazinausstattung

Auch innerhalb des Magazins sind neben den in Abschnitt 4.2 beschriebenen Anforderungen Investitionen notwendig. So ist zum einen eine zuverlässige *Funkversorgung der mobilen Terminals* (etwa über WLAN) einzurichten. Zum anderen müssen die Regale an die Anforderungen der Chaotischen Lagerung angepasst werden. Hierzu ist die *Unterteilung in Lagerzonen* mit einer Zielkapazität von zehn Büchern erforderlich. Diese Lagerzonen müssen voneinander durch Regalbaulemente fest abgegrenzt sein, um ein Verrutschen in einen angrenzenden Bereich zu verhindern. Die Benennung der Zonen kann hierbei beispielsweise durch eine dreigliedrige Kennung erfolgen: zuerst die Nummer des Ganges, dann die in Buchstaben ausgedrückte Ebene und zuletzt der horizontale Bereich.⁶⁴ Jede Zone muss klar beschriftet und mit dem entsprechenden Barcode versehen werden.

5. Fazit

Das hier vorgestellte Konzept erlaubt es, dem Nutzer in effizienter Weise häufig genutzte Medien durch separate Aufbewahrung schneller zugänglich zu machen. Die schnellere Verfügbarkeit besteht im besonderen Maße für Medien, die sonst in Außenmagazinen untergebracht sind, da der zeitaufwändige Transport entfällt. Aber auch für andere Medien lässt sich mit wenig Aufwand die Bereitstellungszeit

⁶⁴ So ergibt sich bspw. für die Position in der fünften Regalreihe in der zweiten Ebene und der ersten Position von links die Bezeichnung 5.B.1.

verkürzen, da die auf ein Magazin konzentrierte höhere Nachfrage eine engere Taktung der Ausbebevorgänge rechtfertigt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass für eine wahrnehmbare Serviceverbesserung auch der nachgelagerte Prozess der Buchbereitstellung ohne Verzögerung erfolgen muss.⁶⁵

Neben der Erhöhung der Servicequalität entstehen durch die Konzentration der Nachfrage auf einen kleinen Magazinbereich und die willkürliche Bestimmung der Einlagerungszonen kürzere Laufwege und somit deutliche Effizienzgewinne im Personalaufwand.

Diesen Vorteilen stehen drei Nachteile gegenüber: Zum einen entsteht für das *Dynamische Magazin* ein zusätzlicher Raumbedarf. Zudem sind beträchtliche Investitionen in Soft- und Hardware sowie in die Magazininfrastruktur erforderlich. Der dritte Nachteil entsteht durch den zusätzlich anfallenden Prozess der Rückstellung selten genutzter Medien in das normale Magazin mit dem entsprechenden Personalaufwand, der jedoch durch Optimierung der Entscheidungskriterien für die Einlagerung gering gehalten werden kann.

Das im vorliegenden Beitrag entwickelte Konzept zur nachfrageabhängig optimierten Magazinbewirtschaftung birgt das Potenzial, durch Investitionen in die Logistik eines intelligent ausgewählten kleinen Teilbestands das insgesamt vom Nutzer wahrgenommene Servicelevel deutlich zu verbessern. So könnte beispielsweise ein *Dynamisches Magazin*, das knapp 1 % des Bestandes der Bayerischen Staatsbibliothek enthält, fast ein Drittel der Ausleihen effizient bedienen.⁶⁶

Die Einrichtung eines *Dynamischen Magazins* stellt somit ein geeignetes Instrument dar, den eingangs dargestellten gestiegenen Nutzeranforderungen, die durch Veränderungen der wissenschaftlichen Arbeitsweise entstanden sind, Rechnung zu tragen und bietet darüber hinaus Bibliotheken die Gelegenheit, sich als innovative Institutionen zu präsentieren.

⁶⁵ So sind sämtliche Bearbeitungsschritte des Absignierens, sofern sie nicht aufgrund der Tatsache, dass alle Medien im Dynamischen Magazin bereits mehrmals entliehen worden sind und komplett entfallen können, in den Prozess des Einstellens in das Magazin zu integrieren, um die Bereitstellung nicht unnötig zu verzögern.

⁶⁶ Das Verhältnis aus der errechneten Magazingröße von 70.000 Medien und dem Gesamtbestand von 9.929.387 Bänden im Dezember 2012 beträgt 0,7 %. Auf Grundlage der Zahlen aus dem Bibliothekssystem von 2011 hätten hiermit über 550.000 Leihvorgänge abgewickelt werden können, was im Verhältnis zu 1,7 Mio. Leihvorgängen einer Quote von 32 % entspricht.

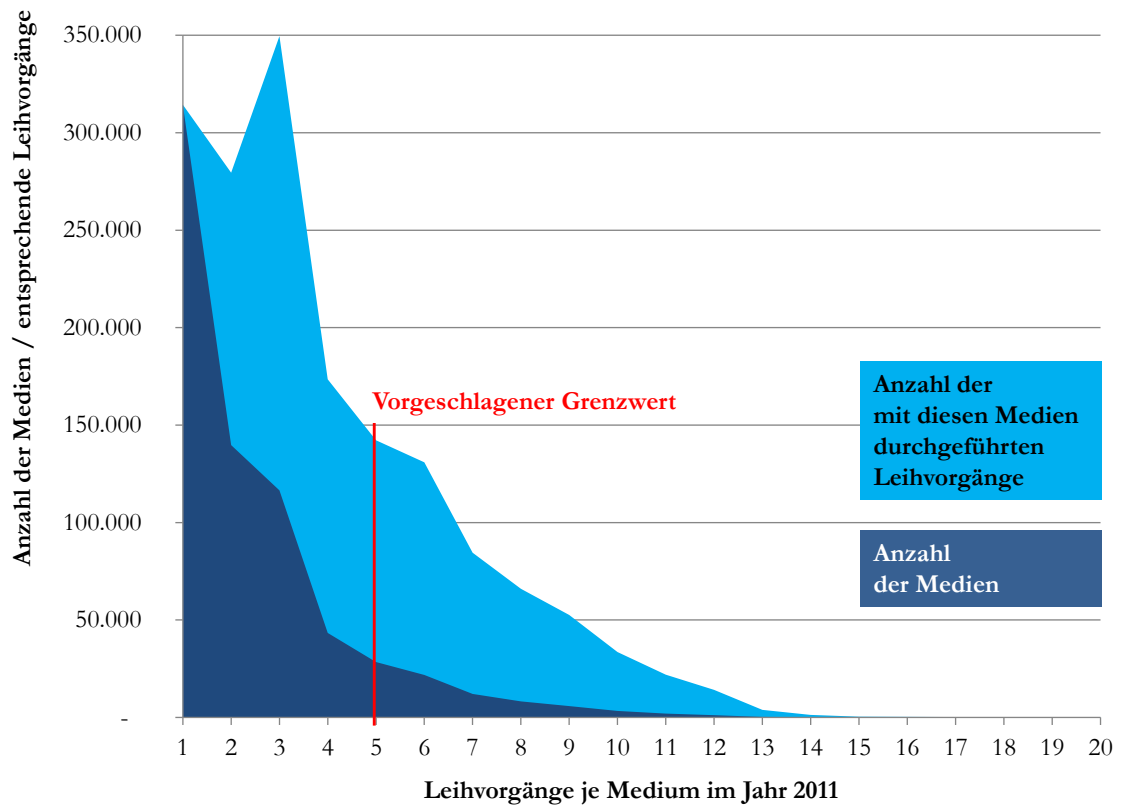
6. Anhang

Anhang 1: Ausleihstatistik der BSB im Jahre 2011

Anzahl Ausleihen	Medien	entspricht Leihvorgängen	Anzahl aufsummiert	Medien aufsummiert	Leihvorgänge aufsummiert
1	314.377	314.377	697.542		1.669.552
2	139.751	279.502	383.165		1.355.175
3	116.521	349.563	243.414		1.075.673
4	43.373	173.492	126.893		726.110
5	28.443	142.215	83.520		552.618
6	21.819	130.914	55.077		410.403
7	12.077	84.539	33.258		279.489
8	8.254	66.032	21.181		194.950
9	5.844	52.596	12.927		128.918
10	3.357	33.570	7.083		76.322
11	1.996	21.956	3.726		42.752
12	1.180	14.160	1.730		20.796
13	300	3.900	550		6.636
14	94	1.316	250		2.736
15	28	420	156		1.420
16	20	320	128		1.000
17	13	221	108		680
18	8	144	95		459
19	5	95	87		315
20	11	220	82		220
>20	71				

Die blau hinterlegten Zellen beinhalten errechnete Werte.

Anhang 2: Verteilung der Ausleihen auf die Medien der Bayerischen Staatsbibliothek im Jahre 2011⁶⁷

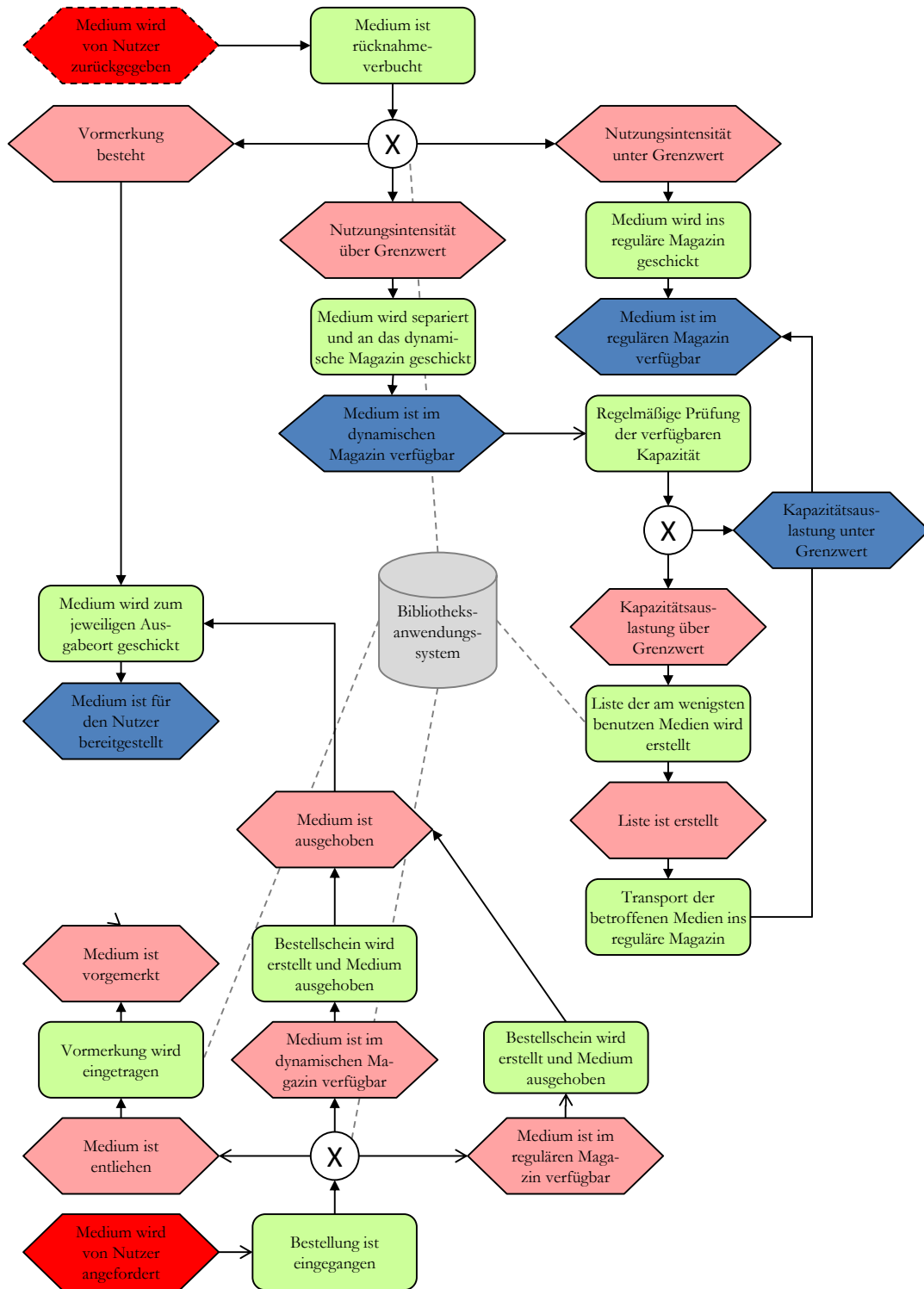


Das Diagramm stellt in dunkelblau die Anzahl der in der Bayerischen Staatsbibliothek vorhandenen Medien dar, die die auf der Abszisse aufgetragene Anzahl an Leihvorgängen im Jahre 2011 aufwiesen. In Hellblau ist die korrespondierende absolute Zahl der durch diese Medien durgeführten Leihvorgänge dargestellt.

Somit ist aus dem Diagramm ersichtlich, wie viele Leihvorgänge auf stark nachgefragte Medien beruhen. Auf dieser Basis kann eine Entscheidung zur Dimensionierung des *Dynamischen Magazins* getroffen werden.

⁶⁷ Selbsterstelltes Diagramm auf der Basis der Ausleihdaten aus dem Bibliothekssystem der Bayerischen Staatsbibliothek.

Anhang 3: Ereignisgesteuerte Prozesskette zum Konzept der nachfrageabhängig optimierten Magazinbewirtschaftung



Literatur

- Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H. & Furmans, K. (2008). *Handbuch Logistik* (3. Aufl.). Berlin [u.a.]: Springer.
- Bernnat, R. (1998). *Strategien der Lagerplatzvergabe. Rationalisierungspotentiale im Kommissionierlager*. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Bridegam, W. E. (2001). *A collaborative approach to collection storage: the Five-College Library Depository*. Washington, DC: Council on Library and Information Resources.
- Chao-Hsien Pan, J., Shih Po-Hsun, & Wu, M.-H. (2012). Storage assignment problem with travel distance and blocking considerations for a picker-to-part order picking system. *Computers & Industrial Engineering*, 62, S. 527-535. doi: 10.1016/j.cie.2011.11.001.
- Chen, L., Langevin, A. & Riopel, D. (2010). The storage location assignment and interleaving problem in an automated storage/retrieval system with shared storage. *International Journal of Production Research*, 48 (4), S. 991-1011. doi: 10.1080/00207540802506218.
- Chou, Y.-C., Chen, Y.-H. & Chen, H.-M. (2012). Recency-based storage assignment and warehouse configuration for recurrent demands. *Computers & Industrial Engineering*, 62 (4), S. 880-889. doi: 10.1016/j.cie.2011.12.009.
- Choudhury, S., Hobbs, B. & Lorie, M. (2002). A Framework for Evaluating Digital Library Services. *D-Lib Magazine*, 8 (7/8).
<http://www.dlib.org/dlib/july02/choudhury/07choudhury.html> (abgerufen am 14.11.2012).
- de Koster, R., Le-Duc, T. & Roodbergen, K. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182 (2), S. 481-501. doi: 10.1016/j.ejor.2006.07.009.
- de Lucy, J. (2009). British Library low oxygen case study: The future of fire prevention in archival storage. IFLA conference "In and out air strategies. From climate change to microclimate. Library, archives and museum preservation issues", Bibliothèque nationale de France, Paris.
<http://www.ifla.org/files/assets/pac/British-Library-low-oxygen-case-study.pdf> (abgerufen am 15.11.2012).
- Deardorff, T. C. & Aamot, G. J. (2006). *SPEC Kit 295: Remote Shelving Facilities*. Washington, DC: Association of Research Libraries.
- Delfmann, W. (1999). Industrielle Distributionslogistik. In J. Weber & H. Baumgarten (Hrsg.), *Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen* (S. 181-201). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Depping, R. (1994). Die availability study als Instrument bibliothekarischer Leistungsmessung. *Bibliothek*, 18 (1), S. 20-40.
- Fichte, B. & Kroß, G. (2004). Zwischen Lesesaal und Rechnerraum. *CMS-Journal*, Sonderheft Nr. 1. doi: urn:nbn:de:kobv:11-10032334.
- Gabel, G. U. (2011). Jedes Jahr fünf Kilometer Bücher mehr. *BuB Forum Bibliothek und Information*, 63 (2), S. 96.
- Gleißner, H. & Femerling, J. C. (2008). *Logistik*. Wiesbaden: Gabler.
- Golsch, M. & Wohlfarth, D. (2009). Logistik für die Wissenschaft – hinter den Kulissen einer Großbibliothek. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden*, 58 (1-2), S. 65-72.
- Götz, M. (2009). Technik in Bibliotheken. *B.I.T.online*, 12 (1), S. 51-59.

- Graham, B. (2001). The Harvard Depository. In D. A. Nitecki & C. L. Kendrick (Hrsg.), *Library off-site shelving* (S. 9-16). Englewood, Colorado: Libraries Unlimited.
- Gu, J., Goetschalckx, M. & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177 (1), S. 1-21. doi: 10.1016/j.ejor.2006.02.025.
- Günther, H.-O. & Tempelmeier, H. (2012). *Produktion und Logistik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hakvoort, W. & Ansink, J. (2012). Integration of an automated order-picking system. In R. Hamberg & J. Verriet (Hrsg.), *Automation in warehouse development* (S. 163-173). London [u. a.]: Springer.
- Haslam, M. (2005). The Lied Library Automated Storage and Retrieval (LASR) Unit. *Library Hi Tech*, 23 (3), S. 306-312.
- Hausman, W. H., Schwarz, L. B. & Graves, S. C. (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. *Management Science*, 22 (6), S. 629-638.
- Heiserich, O.-E., Helbig, K. & Ullmann, W. (2011). *Logistik*. Wiesbaden: Gabler.
- Hilpert, W. & Trzcionka, K. (2008). Sag mir, wo die Bücher sind ...: Organisation und Logistik der Bewirtschaftung des Buchbestandes der Bayerischen Staatsbibliothek. In R. Griebel & K. Ceynowa (Hrsg.), *Information - Innovation - Inspiration : 450 Jahre Bayerische Staatsbibliothek* (S. 587-607). München: Saur.
- Kelsey, D. G., & Kendrick, C. L. (2001). Transportation and logistics. In D. A. Nitecki & C. L. Kendrick (Hrsg.), *Library off-site shelving* (S. 150-159). Englewood, Colorado: Libraries Unlimited.
- Kern, C. (2002). Radio-Frequenz-Identifikation zur Sicherung und Verbuchung von Medien in Bibliotheken. *ABI-Technik*, 22, S. 248-255.
- Kern, C. (2011). *RFID für Bibliotheken*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Kirsch, S. E. (1999). Automated storage and retrieval - the next generation: How Northridge's success is spurring a revolution in library storage and circulation. ACRL Ninth National Conference, Detroit, Michigan.
<http://www.ala.org/acrl/sites/ala.org/acrl/files/content/conferences/pdf/kirsch99.pdf>
(abgerufen am 05.11.2012).
- Martin, H. (2011). *Transport- und Lagerlogistik* (8. Aufl.). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- o. V. (1998). Die Dortmunder Spedition Kühne „macht 500.000 Büchern Beine“. *ABI-Technik*, 18 (2), S. 164.
- Pandian, P. (2010). *RFID for libraries: a practical guide*. Oxford: Chandos.
- Payne, L. (2001). The Washington Research Library Consortium (WRLC). In D. A. Nitecki & C. L. Kendrick (Hrsg.), *Library off-site shelving* (S. 42-48). Englewood, Colorado: Libraries Unlimited.
- Plassmann, E., Rösch, H., Seefeldt, J. & Umlauf, K. (2011). *Bibliotheken und Informationsgesellschaft in Deutschland: Eine Einführung* (2. Aufl.). Wiesbaden: Harrassowitz.
- Prohl, P. (1999). Die Anfänge der Buchförderanlagen in Bibliotheksbauten des 19. und frühen 20. Jahrhunderts. *ABI-Technik*, 19 (3), S. 250-255.
- Reinitzer, S. (1998). Speicherbibliotheken - Digitale Bibliotheken: Einführung zum Thema. In E. Böllmann (Hrsg.), *Speicherbibliotheken - Digitale Bibliotheken* (S. 6-9). Frankfurt / Main: Klostermann.

- Richter, A. (2009). Förder- und Sortiertechniken. In P. Hauke & K. U. Werner (Hrsg.), *Bibliotheken bauen und ausstatten* (S. 174-181). Bad Honnef: Bock + Herchen.
- Roodbergen, K. J. & Vis, I. F. A. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal of Operational Research*, 194 (2), S. 343-362. doi: 10.1016/j.ejor.2008.01.038.
- Schweigler, P. (1990). Transportaufgaben in Bibliotheken. In H.-A. Koch (Hrsg.), *Anbauten und unterirdische Magazine, Bibliotheksbau in Schweden, book and serial price indexes* (S. 73-78). Bremen: LIBER.
- Shirato, L., Cogan, S. & Yee, S. (2001). The impact of an automated storage and retrieval system on public services. *Reference Services Review*, 29 (3), S. 253-261.
- Strauch, D. & Rehm, M. (2007). *Lexikon Buch, Bibliothek, neue Medien* (2. Aufl.). München: Saur.
- Suthakorn, J., Sangyoon, L., Yu, Z., Thomas, R., Choudhury, S. & Chirikjian, G. S. (2002). *A robotic library system for an off-site shelving facility*. 2002 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Washington, DC.
- Ten Hompel, M. (2005). *Warehouse-Management* (2. Aufl.). Berlin [u.a.]: Springer.
- Trott, S., & Fahr, C. (2009). Gut geplant ist halb gewonnen! *Bibliotheksdienst*, 43 (4), S. 399-407.
- Umlauf, K. & Gradmann, S. (2012). *Lexikon der Bibliotheks- und Informationswissenschaft*, Band 2. Stuttgart: Hiersemann.
- Weber, R. (2009). *Lageroptimierung*. Renningen: expert.
- Yu, M. & de Koster, R. (2010). Enhancing performance in order picking processes by dynamic storage systems. *International Journal of Production Research*, 48 (16), S. 4785-4806. doi: 10.1080/00207540903055693.