

# Domänenspezifische hybride automatische Indexierung von bibliographischen Metadaten

Dimitri Busch

## 1 Einführung

Im Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (IRB) wird Fachliteratur im Bereich Planen und Bauen bibliographisch erschlossen. Die daraus resultierenden Dokumente (Metadaten-Einträge) werden u.a. bei der Produktion der bibliographischen Datenbanken des IRB verwendet. In Abb. 1 ist ein Dokument dargestellt, das einen Zeitschriftenartikel beschreibt. Die Dokumente werden mit Deskriptoren von einer Nomenklatur (Schlagwortliste IRB) indexiert. Ein Deskriptor ist „eine Benennung..., die für sich allein verwendbar, eindeutig zur Inhaltskennzeichnung geeignet und im betreffenden Dokumentationssystem zugelassen ist“.<sup>1</sup> Momentan wird die Indexierung intellektuell von menschlichen Experten durchgeführt. Die intellektuelle Indexierung ist zeitaufwendig und teuer. Eine Lösung des Problems besteht in der automatischen Indexierung, bei der die Zuordnung von Deskriptoren durch ein Computerprogramm erfolgt. Solche Computerprogramme werden im Folgenden auch als Klassifikatoren bezeichnet. In diesem Beitrag geht es um ein System zur automatischen Indexierung von deutschsprachigen Dokumenten im Bereich Bauwesen mit Deskriptoren aus der Schlagwortliste IRB.

## 2 Stand der Wissenschaft und Technik

Bei automatischer Indexierung unterscheidet man zwischen Extraktions- und Additionsverfahren. Darüber hinaus verwendet man Kombinationen dieser Verfahren. In Folgenden werden Indexierungsverfahren genauer betrachtet.

### 2.1 Extraktionsverfahren

Extraktionsverfahren identifizieren Deskriptoren, die explizit im Dokument enthalten sind.<sup>2</sup> Zu Extraktions-

Originaltitel	Jagdburg. Begriffe erkunden
Autor	Laß, Heiko
Referat	Der Begriff "Jagdburg" ist von der modernen Wissenschaft in Analogie zum Begriff "Jagdschloss" gebildet und bezeichnet einen Funktionstypus eines meist adeligen Profanbaus des Mittelalters. Es handelt sich um Bauten, von denen aus vornehmlich gejagt wurde.
Schlagwörter	Jagd; Burg; Begriff; Jagdschloss...
Publikationstyp	Zeitschriftenartikel
Quelle	Burgen und Schlösser (2018), Jg. 59, Nr.3, S. 188-189

Abbildung 1: Beispiel-Dokument

verfahren gehören informationslinguistische Verfahren und Schlüsselwort-Extraktionsverfahren.

### 2.1.1 Informationslinguistische Verfahren

Ein informationslinguistisches Indexierungsverfahren extrahiert aus dem Dokument alle Wortformen und setzt dann eine oder mehrere Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache ein, um aus diesen Wortformen Deskriptoren zu erzeugen. Zu diesen Sprachverarbeitungsmethoden gehören u.a. Stamm- und Grundformerzeugung, Kompositumerkennung, Mehrwortgruppenkennung.<sup>3</sup> Als Beispiel eines informationslinguistischen Indexierungssystems kann Lingo<sup>4</sup> erwähnt werden. Wegen der Beachtung sprachlicher Besonderheiten sind informationslinguistische Verfahren insbesondere zur Indexierung deutschsprachiger Dokumente geeignet und werden z.B. von der Deutschen Bibliothek für die automatische Verschlagwortung von elektronischen Publikationen verwendet.<sup>5</sup>

### 2.1.2 Schlüsselwort-Extraktion

Ein Schlüsselwort (keyphrase) ist ein Deskriptor, der im Dokument enthalten ist. Ein Schlüsselwort-Extrak-

<sup>1</sup> DIN-Normenausschuss Bibliotheks- und Dokumentationswesen (NABD) in DIN e.V.: DIN 31623-1, Indexierung zur inhaltlichen Erschließung von Dokumenten: Begriffe, Grundlagen, Berlin 1988, S. 2.

<sup>2</sup> Vgl. Nohr, Holger: Grundlagen der automatischen Indexierung, 3. Auflage, Berlin 2005, S. 27.

<sup>3</sup> Vgl. Lepsky, Klaus: Automatische Indexierung, in: Kühlen, Rainer/ Semar, Wolfgang/ Strauch, Dietmar (Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, 6. Ausgabe, Berlin 2013, S. 272-285.

<sup>4</sup> Vgl. Gödert, Winfried/Lepsky, Klaus/ Nagelschmidt, Matthias: Informationserschließung und automatisches Indexieren, Berlin/Heidelberg 2012, S. 269-321.

<sup>5</sup> Uhlman Sandro: Automatische Beschlagwortung von deutschsprachigen Netzpublikationen mit dem Vokabular der Gemeinsamen Normdatei (GND), in: Dialog mit Bibliotheken, 2(2013), S. 26-36.

tionsalgorithmus extrahiert zuerst aus dem Dokument alle Terme, die Schlüsselwortkandidaten sein können, bewertet dann die Terme auf Basis ihrer Kandidateneigenschaften und wählt schließlich entsprechende Schlüsselwörter aus. Die Kandidaten-Bewertung kann nach einer Formel oder nach einem maschinellen Lernverfahren erfolgen und ergibt z.B. die Wahrscheinlichkeit, dass der Kandidat ein Schlüsselwort ist. Als Beispiel eines Schlüsselwort-Extraktionsverfahrens kann KEA (Keyphrase Extraction Algorithm)<sup>6</sup> erwähnt werden, wobei KEA auch ein Indexierungssystem bezeichnet, das nach diesem Verfahren funktioniert.<sup>7</sup> Dieses Indexierungssystem kann mit kleineren Mengen von bereits indextierten Dokumenten trainiert werden und auch Deskriptoren extrahieren, die in den Trainingsdokumenten selten oder nie vorkommen.

### 2.1.3 Extraktionsverfahren und kontrollierte Vokabularien

Ein Nachteil von Extraktionsverfahren besteht darin, dass sie Deskriptoren nicht erkennen, die im Dokument nicht enthalten sind. Einige Indexierungssysteme, die nach Extraktionsverfahren funktionieren, z.B. Lingo<sup>8</sup> und KEA<sup>9</sup>, erlauben eine Einbindung von Relationswörterbüchern und Thesauri. Auf diese Weise können Deskriptoren ermittelt werden, die zwar im Dokument nicht enthalten sind, aber sich in einer Relation, z.B. Synonymie, zu Termen des Dokuments befinden.

### 2.2 Additionsverfahren

Additionsverfahren analysieren ein Dokument und weisen dem Dokument Deskriptoren aus einer kontrollierten Indexierungssprache zu.<sup>10</sup> Solche Deskriptoren müssen im Dokument nicht unbedingt enthalten sein. Zu Additionsverfahren gehören u.a. regelbasierte und statistische assoziative Verfahren, die im Folgenden genauer betrachtet werden.

### 2.3 Regelbasierte Verfahren

Der regelbasierte Ansatz zur automatischen Indexierung besteht im Aufbau eines Expertensystems, das

Indexierungsentscheidungen treffen kann. In solchen Expertensystemen werden für die Wissensrepräsentation Regeln verwendet. Die Regeln werden normalerweise intellektuell von menschlichen Experten erstellt. Indexierungssysteme mit intellektuell erstellten Regeln, z.B. Construe, können eine hohe Qualität erzielen.<sup>11</sup> Ein Nachteil solcher Systeme besteht darin, dass es zeit- und kostenaufwendig ist, Regeln für große kontrollierte Vokabularien intellektuell zu erstellen.

#### 2.3.1 Statistische assoziative Verfahren

Die statistischen assoziativen Verfahren basieren auf assoziativen Relationen zwischen Deskriptoren und anderen Termen, die im Dokument enthalten sind. Solche Relationen werden nach maschinellen Lernverfahren in Trainingsdokumenten ermittelt, die bereits indextiert sind. Zu solchen Verfahren gehören u.a. profilbasierte, instanzbasierte und probablistische Verfahren. Die statistischen assoziativen Verfahren werden im Folgenden als statistische Verfahren bezeichnet. Statistische Klassifikatoren können ohne großen Zeitaufwand aus Trainingsdokumenten induziert werden, erkennen jedoch keine Deskriptoren, für die wenige oder keine Trainingsdokumente vorhanden sind<sup>12</sup>.

### 2.4 Hybride Verfahren

Um Nachteile der o.g. Indexierungsverfahren zu verringern, kann man hybride Indexierungssysteme bilden, in denen verschiedene Verfahren kombiniert werden.

Als Beispiel des hybriden Einsatzes kann ein System für die automatische Indexierung mit Deskriptoren aus dem Standardthesaurus Wirtschaft (STW) erwähnt werden.<sup>13</sup> In diesem System erfolgt die Indexierung eines Dokuments in zwei Schritten. Zuerst wird das Dokument von mehreren separaten Klassifikatoren indextiert, die nach verschiedenen Verfahren (u.a. statistischen, Schlüsselwort-Extraktion) funktionieren. Dann erfolgt eine Fusion (Vereinigung bzw. Abgleich) der Deskriptoren, die im ersten Schritt ermittelt wurden.

6 Vgl. Witten, Ian/ Paynter, Gordon/ Gutwin, Carl/ Nevill-Manning, Graig: KEA: Practical Automatic Keyphrase Extraction, in: Theng, Yin-Leng/ Foo, Schubert (Hrsg.): Design and Usability of Digital Libraries: Case Studies in the Asia Pacific, Hershey 2005, S. 129-152

7 KEA, <http://community.nzdl.org/kea/> [16.05.2019]

8 Vgl. Gödert et al. [FN 4], S. 285-291.

9 Medelyan, Olena/ Witten, Ian: Domain-Independent Automatic Keyphrase Indexing with Small Training Sets, in: Journal of the American Society for Information Science and Technology, 7(2008), S. 1026-1040.

10 Nohr, H. [FN 2], S. 27.

11 Vgl. Hayes, Philip/ Weinstein, Steven: Construe-TIS: A System for Content-Based Indexing of a Database of News Stories, in: Rappaport, Alain/ Smith, Reid (Hrsg.): Proceedings of the Second Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, Washington, D.C., 01-03. Mai 1990, Menlo Park 1991, S. 49-64.

12 Vgl. Toepfer, Martin/ Seifert, Christin (2017): Descriptor-invariant Fusion Architectures for Automatic Subject Indexing: Analysis and Empirical Results on Short Texts, in: Proceedings of the 17th ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries, Toronto, 19-23. Juni 2017, Piscataway 2017, S. 31-40.

13 Vgl. Toepfer, M./ Seifert, Ch. [FN 12].

Ein anderer hybrider Einsatz besteht in der Verfeinerung der Ergebnisse eines primären Klassifikators mit Hilfe eines sekundären Klassifikators. Zum Beispiel verwendet MLES (Machine-Learning Expert-System) einen regelbasierten Klassifikator zur Verbesserung der Ergebnisse von einem statistischen Klassifikator.<sup>14</sup>

### 3 Ein System für automatische Indexierung

In diesem Kapitel wird ein System zur automatischen Indexierung mit der Schlagwortliste IRB dargestellt. Die Schlagwortliste IRB ist eine Nomenklatur zu den Themen Bauwesen, Raumordnung, Städtebau, Wohnungswesen. Sie wurde vom Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (IRB) erstellt. Die Nomenklatur enthält ca. 38600 Deskriptoren<sup>15</sup>, und ist zweisprachig (Deutsch-Englisch). Zu den Besonderheiten der Nomenklatur gehören eine fehlende Unterstützung von Beziehungen zwischen Termen und das Vorhandensein von mehreren Deskriptoren, die selten oder nie zur Indexierung von Dokumenten verwendet wurden.

Wegen der o.g. Besonderheiten wäre es problematisch, die Indexierung nach einem einzelnen Verfahren durchzuführen. Extraktionsverfahren werden z.B. keine Deskriptoren erkennen, die in Dokumenten nicht enthalten sind, und statistische Verfahren werden Deskriptoren verpassen, für welche wenige Trainingsdokumente vorhanden sind. Um diese Probleme zu lösen, wird in dem dargestellten Indexierungssystem ein hybrides Verfahren verwendet, das im Folgenden genauer betrachtet wird.

#### 3.1 Ablauf der Indexierung

In Abb. 2 wird der Ablauf der Indexierung dargestellt. Die Indexierung eines Dokuments beinhaltet drei Schritte. Im ersten Schritt werden zur Indexierung informationslinguistische und statistische Verfahren sowie die Informationsextraktion verwendet. Im optionalen zweiten Schritt können Ergebnisse der informationslinguistischen und statistischen Verfahren nach regelbasierten Verfahren ergänzt und präzisiert werden. Im dritten Schritt erfolgt eine Vereinigung bzw. ein Abgleich der Deskriptoren, die im ersten

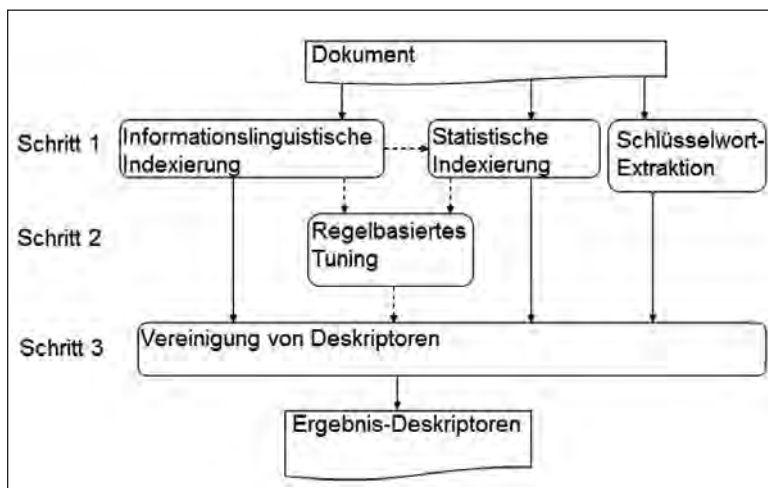


Abbildung 2: Ablauf der Indexierung

und ggf. zweiten Schritt ermittelt wurden. Das hybride Verfahren ähnelt dem Verfahren von Toepfer und Seifert<sup>16</sup> in den ersten und dritten Schritten, und dem MLES-Verfahren<sup>17</sup> im zweiten Schritt, wird jedoch unter Verwendung von anderen primären Klassifikatoren implementiert, die im Folgenden etwas genauer betrachtet werden.

Die informationslinguistische Indexierung beinhaltet Grundformerzeugung, Kompositumerkennung, Mehrwortgruppenkennung und einen abschließenden Abgleich mit der Schlagwortliste IRB und wird mit Lingo durchgeführt. Lingo ist ein Open Source-Indexierungssystem von John Vorhauer und Jens Wille.<sup>18</sup> Die statistische Indexierung kann sowohl unabhängig von informationslinguistischer Indexierung als auch unter Berücksichtigung von Ergebnissen der Letzten, z.B. Grundformen, durchgeführt werden. Für die statistische Indexierung werden zwei separate Klassifikatoren, PRC und JEX verwendet. PRC ist ein Klassifikator, der im Fraunhofer IRB entwickelt wurde und nach einem profilbasierten Algorithmus, „Parameterized Rocchio Classifier“, funktioniert.<sup>19</sup> JEX ist ein freies Indexierungssystem, das im Joint Research Centre (JRC) der EU entwickelt wurde.<sup>20</sup> Die Schlüsselwort-Extraktion wird mit der Open Source-Indexierungssystem KEA von Eibe Frank und Olena Medelyan durchgeführt.<sup>21</sup>

<sup>14</sup> Vgl. Villena-Román, Julio/ Collada-Pérez, Sonia/ Lana-Serrano, Sara/ Gonzalez-Cristobal, Jose: Hybrid Approach Combining Machine Learning and a Rule-Based Expert System for Text Categorization, in: Murray, Charles/ McCarthy, Philip (Hrsg.): Proceedings of the 24th International Florida Artificial Intelligence Research Society, Palm Beach 18-20. Mai 2011, Menlo Park 2011, S. 323-328.

<sup>15</sup> Stand 05.2019

<sup>16</sup> Vgl. Toepfer/Seifert [FN 12].

<sup>17</sup> Vgl. Villena-Román et al. [FN 14].

<sup>18</sup> Vgl. Gödert et al. [FN 4], S. 269-321, siehe auch: <https://lex-lingo.de> [16.05.2019].

<sup>19</sup> Basili, Roberto/ Moschitti, Alessandro: Automatic text categorization. From information retrieval to support vector learning, Rom 2005, S. 85-90

<sup>20</sup> Steinberger, Ralf/ Ebrahim, Mohamed/ Turchi, Marco: JRC EuroVoc Indexer JEX- A freely available multi-label categorisation tool. In Proceedings of the 8th international conference on language resources and evaluation (LREC'2012), Istanbul 21-27. Mai 2012, S.798-805.

<sup>21</sup> KEA [FN 7], siehe auch: Medelyan/Witten [FN 9.]

Bei der Vereinigung wird eine endgültige Deskriptorenmenge ermittelt, die dem Dokument zugeordnet wird. Momentan werden dem Dokument Deskriptoren zugeordnet, die von mindestens zwei Klassifikatoren erkannt wurden.

### 3.2 Regelbasiertes Tuning

Ergebnisse der primären (informationslinguistischen und statistischen) Klassifikatoren können mit Regeln verbessert werden. Die Regeln können zu drei Typen gehören: ausreichende, notwendige und negative Regeln. Ausreichende Regeln werden verwendet, um dem Dokument Deskriptoren zuzuordnen und die Ergebnisse eines primären Klassifikators damit zu ergänzen. Zum Beispiel besagt die Regel von Abb. 3

<p><b>a) Ausreichende Regel:</b> Barock -&gt; Architekturstil</p> <p><b>b) Notwendige Regel:</b> Abfall OR Müll &lt;- Abfallbeseitigung</p> <p><b>c) Negative Regel:</b> in der Regel -- Regel</p>
--

Abbildung 3: Beispiele von Regeln

a, dass der Deskriptor „Architekturstil“ zugeordnet wird, wenn das Dokument das Wort „Barock“ enthält. Notwendige Regeln werden verwendet, um die Richtigkeit eines Deskriptors zu überprüfen, der von einem primären Klassifikator ermittelt wurde. Die Regel von Abb. 3 b besagt, dass der Deskriptor „Abfallbeseitigung“ nur dann zugeordnet werden darf, wenn das Dokument „Abfall“ oder „Müll“ enthält. Negative Regeln definieren Bedingungen, bei welchen ein Deskriptor nicht zugeordnet werden darf. Zum Beispiel besagt die Regel von Abb. 3 c, dass der Deskriptor „Regel“ nicht zugeordnet werden darf, wenn das Dokument die feste Sequenz „in der Regel“ enthält. Die Regeln, die für das Tuning der informationslinguistischen Indexierung verwendet werden, können zu allen drei o.g. Typen gehören und werden intellektuell

von menschlichen Experten erstellt. Für das Tuning der statistischen Indexierung werden momentan nur notwendige Regeln verwendet, die automatisch indiziert werden. Das Regelinduktionsverfahren ähnelt dem MVS (Multi-Value Classification Stacking)<sup>22</sup> und verwendet den RIPPER-Algorithmus<sup>23</sup>.

### 3.3 Anpassung an thematische Domänen

Das vorliegende Indexierungssystem kann an bestimmte thematische Domänen angepasst werden, um die Performanz des Systems zu erhöhen. Die Anpassung beinhaltet das domänenspezifische Training von Klassifikatoren und die Erstellung von domänenspezifischen Wörterbüchern.

Das domänenspezifische Training von Klassifikatoren besteht in der Verwendung von Dokumenten von einschlägigen Zeitschriften für das Training der statistischen Klassifikatoren und der Schlüsselwort-Extraktion. Zum Beispiel werden bereits indizierte Dokumente von Zeitschriften „Architectura“ und „Burgen und Schlösser“ verwendet, um die Klassifikatoren zur Domäne Architekturgeschichte anzupassen. Dieser Ansatz ähnelt dem Ansatz von Frank et al.<sup>24</sup>, betrifft jedoch nicht nur die Schlüsselwort-Extraktion, sondern auch statistische Klassifikatoren.

Domänenspezifische Wörterbücher enthalten Deskriptoren zu einer bestimmten Domäne und werden zur Indexierung der Dokumente aus dieser Domäne statt der gesamten Schlagwortliste verwendet. Solche Deskriptoren werden zuerst aus indizierten Dokumenten extrahiert, die man zum o.g. domänenspezifischen Training von Klassifikatoren verwendet. Dann wird jedem Deskriptor ein Gewicht zugeordnet, das seine Domänenspezifität ausdrückt. Das Gewicht hängt ab von der Frequenz des Deskriptors in der Trainingsmenge und in einer domänenunspezifischen Referenzmenge und wird momentan als Likelihood-Ratio berechnet.<sup>25</sup> Solche Gewichte können u.a. zur Begrenzung der Anzahl der Deskriptoren verwendet werden, die zu Dokumenten zugeordnet werden.

### 3.4 Evaluierung

Das Indexierungssystem befindet sich derzeit im Alphaversionstadium, in dem automatisch erzeugte Deskriptoren durch menschliche Indexierer bewertet werden. Vor der Bewertung werden bestimmte Doku-

22 Vgl. Heß, Andreas/ Doplichaj, Philipp/ Maass, Christian: Multi-Value Classification of Very Short texts, in: Dengel, Andreas et al. (Hrsg.): 31st Annual German Conference on Artificial Intelligence (KI 2008), Kaiserslautern, 26-28. September 2008, Berlin/ Heidelberg 2008, S. 70-77.

23 Vgl. Cohen, William: Fast Effective Rule Induction, in: Prieditis, Armand/ Russel, Stuart (Hrsg.): Proceedings of the Twelfth International Conference on International Conference on Machine Learning (ICML'95), Tahoe City, 9-12. Juli 1995, San-Francisco 1995, S. 115-123.

24 Vgl. Frank, Eibe/ Paynter, Gordon/ Witten Ian et al.: Domain-Specific Keyphrase Extraction, in: Dean, Thomas (Hrsg.): Proceedings of the Sixteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Stockholm 31. Juli- 6. August 1999, San Francisco 1999, S. 668-673.

25 Vgl. Witschel, Hans Friedrich: Texte, Wörter, Morpheme- Möglichkeiten einer automatischen Terminologie-Extraktion, Dipl. Leipzig 2004, S. 62-64, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-168124> [16.05.2019].

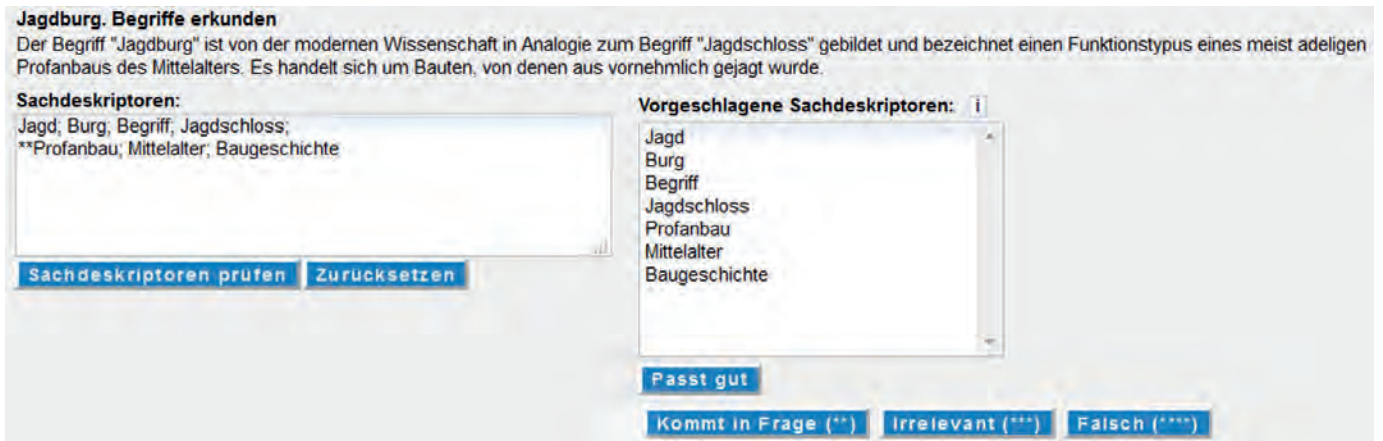


Abbildung 4: Bewertung von Deskriptoren

mente im Batch-Modus automatisch indexiert. Das Indexierungssystem analysiert dabei Titel und Referat (Abstract) jedes Dokuments und ordnet dem Dokument Deskriptoren zu. Dann werden die indexierten Dokumente in eine Testanwendung exportiert, die über eine Benutzeroberfläche verfügt. Abb. 4 zeigt ein Beispiel der Bewertung von Deskriptoren. Das Menü „Vorgeschlagene Sachdeskriptoren“ enthält Deskriptoren, die für ein Dokument automatisch ermittelt wurden. Um einen Deskriptor zu bewerten, wählt man ihn im Menü und klickt dann einen Bewertungsknopf an. Momentan gibt es folgende Bewertungsknöpfe: „Passt gut“, „Kommt in Frage“, „Irrelevant“, „Falsch“. Eine solche Bewertung wurde z.B. für 50 Dokumente aus der Domäne Architekturgeschichte durchgeführt. Die automatische Indexierung wurde mit dem Rang von 10 durchgeführt, d.h. für jedes Testdokument wurden bis zu 10 Deskriptoren erzeugt. Bei der Bewertung wurden Deskriptoren mit Werten „Passt gut“ und „Kommt in Frage“ als korrekt betrachtet. Die Bewertung ergab eine Präzision von ca. 0.87, d.h. ca. 87 % erzeugter Deskriptoren waren korrekt.<sup>26</sup>

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Das vorgestellte Indexierungssystem ist für die automatische Indexierung von bibliographischen Metadaten im Bereich Bauwesen mit einer umfangreichen Nomenklatur bestimmt.

Die Indexierung wird von einem Ensemble aus mehreren Klassifikatoren durchgeführt, die nach verschiedenen Indexierungsverfahren funktionieren. Die Verwendung mehrerer Indexierungsverfahren erlaubt, Nachteile einzelner Verfahren zu begleichen.

Um die Indexierungsqualität zu verbessern, kann das Indexierungssystem an bestimmte thematische Domänen angepasst werden. Diese Anpassung be-

steht in der Verwendung von Metadaten über Artikel aus einschlägigen Zeitschriften für das Trainieren von Klassifikatoren und für die Erzeugung von domänenspezifischen Wörterbüchern.

Zu den verwendeten Indexierungsverfahren gehören momentan informationslinguistische, statistische, regelbasierte Verfahren sowie die Schlüsselwort-Extraktion. Künftig kann man evtl. neue fortgeschrittene Verfahren, wie z.B. Deep Learning, in das System integrieren.

Der vorgestellte Ansatz eignet sich für vollautomatische Indexierung in bestimmten thematischen Domänen ohne die Beteiligung menschlicher Indexierer. Obwohl der Ansatz hauptsächlich für den Bereich Bauwesen bestimmt ist, ist er auch auf andere Bereiche prinzipiell übertragbar. **I**



#### Dr. Dimitri Busch

ist im Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (IRB) in Stuttgart als Softwareentwickler tätig.  
Dimitri.Busch@irb.fraunhofer.de

<sup>26</sup> Vorläufiges Ergebnis vom 05.2019.