

Erfahrungen in der Digitalisierung und Erschließung einer historischen Wappensammlung

Katharina Urch, Wolf-Tilo Balke, Werner Kießling

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Urch, Katharina, Wolf-Tilo Balke, and Werner Kießling. 1999. "Erfahrungen in der Digitalisierung und Erschließung einer historischen Wappensammlung." Augsburg: Institut für Informatik, Universität Augsburg.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

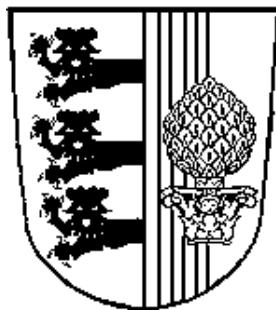
Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Universität Augsburg

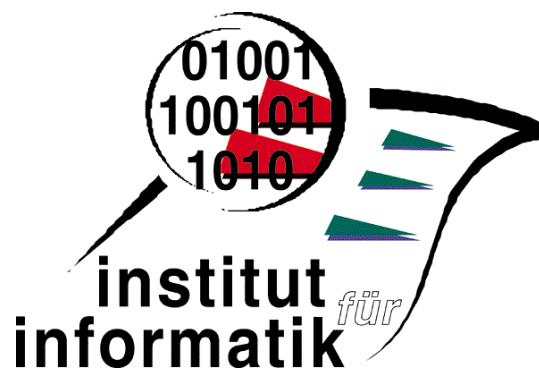


Erfahrungen in der Digitalisierung und Erschließung einer historischen Wappensammlung

Katharina Urch, Wolf-Tilo Balke, Werner Kießling

Report 1999-01

August 1999



Institut für Informatik
D – 86135 Augsburg

Copyright ©

Katharina Urch, Wolf-Tilo Balke,
Werner Kießling

Institut für Informatik
Universität Augsburg
D-86135 Augsburg, Germany
<http://www.Informatik.Uni-Augsburg.DE>
— all rights reserved —

Erfahrungen in der Digitalisierung und Erschließung einer historischen Wappensammlung

Katharina Urch*, Wolf-Tilo Balke⁺, Werner Kießling⁺

* Universitätsbibliothek, ⁺ Institut für Informatik
Universität Augsburg

Katharina.Urch@bibliothek.uni-augsburg.de,
{balke,kießling}@informatik.uni-augsburg.de

Zusammenfassung

Das interdisziplinär angelegte HERON-Projekt, in dem Informatik und Kunsthistorik gemeinsam das Ziel einer Weiterentwicklung bildinhaltlicher Recherchewerkzeuge und deren Integration in den computergestützten Arbeitsplatz des Kunsthistorikers verfolgen, focussiert mit seiner Aufgabenstellung zentrale Probleme der Realisierung multimedialer Digitaler Bibliotheken. Am Beispiel des prototypisch gewählten Anwendungsgebietes der Heraldik werden, basierend auf der im Projekt aufgebauten umfangreichen Wappendatenbank, unterschiedliche Werkzeuge zur bildinhaltlichen Suche evaluiert und optimiert.

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation

Mit dem wachsenden Angebot wissenschaftlich relevanter und qualitativ hochwertiger Informationsquellen für die Geisteswissenschaften im Internet ist im Laufe der vergangenen Jahre die Akzeptanz dieses Mediums in geisteswissenschaftlichen Nutzerkreisen enorm gestiegen. War vor einigen Jahren die Skepsis insbesondere unter Historikern und Kunsthistorikern bezüglich der Relevanz der im Internet verfügbaren Datenbestände für das eigene Fach relativ hoch, so gehört inzwischen auch für sie die intensive Nutzung der Recherchemöglichkeiten im Internet und ihre Integration in die eigene computergestützte Forschungsarbeit ganz selbstverständlich zum wissenschaftlichen Alltag in Forschung und Lehre.

Bemerkenswert erscheint vor allem, daß das Medium Internet nicht mehr nur als erster praktischer, weil online verfügbarer Rechercheinstieg zur globalen Orientierung und Informationsvermittlung über ein bestimmtes Sachgebiet etabliert ist, dem dann die profunde wissenschaftliche Detailarbeit mittels der traditionellen Printmedien (Buch, Bildreproduktion) oder der offline verfügbaren Datensammlungen (v.a. CD-ROM) einerseits bzw. der Originaldoku-

mente andererseits zu folgen hat. Vielmehr ist mit der Ausweitung des Internet-Angebots von der reinen Nachweis- und Erschließungsebene (Bibliothekskataloge, Bestandsnachweise) auf die Ebene der Dokumenteninhalte (Images, Volltexte) eine stetig steigende Nachfrage nach online zugänglichen historischen und kunsthistorischen Dokumentensammlungen (Quellenmaterialien, Bildarchive) zu verzeichnen.

Dem Vorbild großer Bibliotheken, Archive und Museen folgend, erkennen mehr und mehr mittlere und kleinere Institutionen die Attraktivität und Notwendigkeit einer Präsenz der eigenen Bestände im Internet, was impliziert, daß sowohl der Umfang der online verfügbaren Datenbestände als auch die Zahl der in Digitalisierungsprojekten aktiv engagierten Fachwissenschaftler rasch und gewaltig ansteigt. Angesichts dieser Situation kann mittlerweile auch im Hinblick auf historische und kunsthistorische Internetangebote von einer Informationsflut gesprochen werden, welcher ein deutlicher Anstieg der Erwartungshaltung der Benutzer hinsichtlich komfortabler und effizienter Recherchewerkzeuge gegenübersteht: Die vielfältigen Möglichkeiten der Informationsbeschaffung via Internet vom individuellen Arbeitsplatz des Fachwissenschaftlers aus in ihrer ganzen Breite nutzen zu können, setzt einen möglichst intuitiven Zugang zu dem heterogenen Gesamtbestand voraus, durch den zunächst einmal die für die eigene Forschungsarbeit nötigen Informationen schnell und ohne (technisches) Expertenwissen aufgefunden und in der gewünschten Form abgerufen werden können. Darüber hinaus eröffnet ein derartiger intuitiver Zugang zu diversen Materialquellen völlig neue Perspektiven vor allem für die interdisziplinär orientierte wissenschaftliche Arbeit, da sich auf diese Weise auch komplex strukturierte Informationsbereiche ohne fachwissenschaftliche Spezialkenntnisse erschließen und für die eigene Arbeit nutzbar machen lassen.

1.2 Zielsetzung des Projekts HERON

Aus dieser Ausgangssituation und den damit verbundenen Forderungen einer im weiteren Sinne mit bildlichen Quellen befaßten Nutzerklientel heraus leitet sich die Intention des Projekts HERON ab, dessen Kern auf die Weiterentwicklung bildinhaltlicher Recherchewerkzeuge und deren Integration in den computergestützten Arbeitsplatz des Wissenschaftlers, respektive des Kunsthistorikers, zielt [KE+98].

Steht im Hintergrund die Zielvorstellung eines allgemein auf digitale Bildbestände unterschiedlichster Art anwendbaren Werkzeugs für die bildinhaltliche Recherche, so hatte die Konzeptionierung des interdisziplinären Projekts zunächst von einem im bildsprachlichen Vokabular möglichst klar definierten und standardisierten Untersuchungsbereich auszugehen, um die Kontrollierbarkeit der Testergebnisse zu gewährleisten.

1.3 Testfeld Heraldik

Als Anwendungsbereich einer extrem *standardisierten Bildsprache*, die sich durch den Gebrauch stark stilisierter Bildformen einerseits und einer streng formalisierten verbalen Beschreibungssprache dieser Formen und ihrer Bedeutung andererseits auszeichnet, bietet sich die *Heraldik* in optimaler Weise an [GJ78]. Die in der Regel stark stilisiert dargestellten Bildinhalte von Wappen entstammen, zumal im Bereich der historischen Wappen, einem begrenzten Vokabular. Aufgabe des Heraldikers, als einem Vertreter der Historischen Hilfswissenschaften, ist es, ein Gesamtwappen - bestehend aus dem zentralen Wappenschild, dem Helm und den Decken - mittels der sogenannten *Blasonierung* nach festgelegten Regeln zu

beschreiben oder, umgekehrt, über eine solche Blasonierung mit Hilfe entsprechender Nachschlagewerke ein unbekanntes Wappen bzw. den Wappeneigner zu identifizieren.

Zu der charakteristischen und im Hinblick auf die Projektintention wichtigen Standardisierung der heraldischen Bildsprache tragen sowohl ein aus weitgehend schematisierten Elementen bestehendes Formenvokabular als auch eine ausgesprochen stark reduzierte Farbpalette bei: Verwendung finden neben abstrakt-geometrischen Formen (z.B. geometrische Teilung des Schildes, Balken, Sparren) meist aus der natürlichen Umwelt des Menschen abgeleitete Einzelformen (Mond, Sterne, Berg, Tiere, Pflanzen, Alltagsgegenstände etc.).

Gerade im älteren historischen Bereich ist - im Gegensatz zu den seit dem Historismus des ausgehenden 19. Jahrhunderts entstandenen, häufig phantasievollen "modernen" Wappenschöpfungen - der Kanon der Wappenbilder bzw. der verwendeten Bildelemente relativ begrenzt; neben der wissenschaftlichen Bedeutung ein Grund mehr, sich im Projekt ausschließlich auf den *historischen Bestand* zu konzentrieren.

2 Wissenschaftliche Relevanz der Heraldik im historischen und kunsthistorischen Kontext

2.1 Bedeutung der Heraldik als hilfswissenschaftliche Disziplin

Kennzeichnend für eine *Historische Hilfswissenschaft* wie die Heraldik ist, daß sie als Arbeitsinstrument von Historikern und Kunsthistorikern immer wieder gebraucht wird, jedoch häufig genug die im Einzelfall notwendigen Detailkenntnisse nicht verfügbar sind. Insbesondere im historischen Bereich trägt die Heraldik in sehr bedeutendem Umfang zur *Identifizierung und Datierung von Originaldokumenten oder Kunstdenkmälern* (Gemälde; kunsthandwerkliche Gegenstände) bei; oft liefert eine heraldische Auszeichnung als historischer "Besitzvermerk" den einzigen Hinweis auf die Provenienz eines nicht weiter identifizierbaren Gegenstandes, führt ein beigefügtes Wappen im Kontext eines Porträts auf die Spur eines unbekannten Dargestellten oder Stifters.

Somit zählt das korrekte Interpretieren historischer Wappen, ihre Zuordnung zu den richtigen Wappenträgern, eigentlich zum wissenschaftlichen Handwerkszeug eines Historikers oder Kunsthistorikers. Da jedoch selbst Heraldik-Spezialisten in der Regel nur mit Hilfe einschlägiger Referenzwerke in der Lage sind, ein gesuchtes Wappen anhand von Vergleichen der Vorlage mit den in den Wappenverzeichnissen abgebildeten Versionen eindeutig zu bestimmen, ist der Kunsthistoriker, der in seiner wissenschaftlichen Ausbildung die Heraldik allenfalls in ihren Grundregeln streift, um so mehr auf Nachschlagewerke und die Fachkenntnis des Spezialisten angewiesen.

2.2 Konventionelle Recherche in heraldischen Nachschlagewerken

Das grundlegende *Standardnachschlagewerk für historische Wappen* im Bereich des einstigen Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation ist "*Johann Siebmachers großes Wappenbuch*" [S1856] benannt nach dem ersten Bearbeiter dieses umfangreichen, topographisch gegliederten Wappenverzeichnisses, dessen Stammausgabe in 6 Bänden 1701/05 bis 1772 er-

schienen war und das, überarbeitet und ergänzt in neuer Folge und Zählung ab 1856 bis 1936 (mit Nachträgen bis in die Gegenwart) in Nürnberg erschien. In einer selbst für Spezialisten oft schwer zu durchschauenden Binnenstruktur der über 100 Einzelbände mit ca. 130.000 *Wappenbildern* bildet die *topographische Einordnung eines Wappens* (resp. eines Wappenbildes) oder eines Familiennamens die erste Ordnungsebene und einzige Einstiegsmöglichkeit, zweites Ordnungskriterium ist die Standeshierarchie (z.B. Preußischer Adel / Fürsten, Grafen, Edelleute etc.).

Ein unbekanntes Wappen ohne Anhaltspunkt auf seine genealogisch-topographische Provenienz zu identifizieren, ist für den Laien daher schlichtweg unmöglich. Da zudem der reine Wappenschild, also das Wappen ohne Helmzier und Decken, in der Regel keine Rückschlüsse auf die Standeszuordnung erlaubt, was noch eine Form der Eingrenzung der zweiten Ordnungsebene ermöglichen würde, bliebe im schlimmsten Fall - realistisch allerdings nicht durchführbar - nur die sequentielle vergleichende Suche durch sämtliche Wappenbände. Der Heraldiker als Experte wird aufgrund seiner Vorkenntnisse meist in der Lage sein, die Zahl denkbarer Provenienzen eines ihm unbekannten Wappens einzuschränken und die Reihe der in Frage kommenden Geschlechter mittels des Generalindexes zu verifizieren. Er wird dann jedoch im entsprechenden Teilband ebenfalls eine sequentielle Suche durchführen müssen.

Hilfsmittel für die Ermittlung vollständig unbekannter Wappenbilder stellen die nur in begrenztem Umfang vorhandenen *Nachschlagewerke mit bildinhaltlichen Indizes* dar (z.B. [Neu92]). Hierbei handelt es sich allerdings eher um systematisch geordnete Beispielsammlungen für Wappenbilder, nicht jedoch um einen umfassend erschlossenen historischen Wappenbestand. Nachschlagewerke dieser Art erfüllen demnach vor allem den Zweck, Laien mit der *Terminologie der Heraldik* vertraut zu machen oder ihnen das sachlich korrekte Blasonieren und damit das möglichst eindeutige Beschreiben eines ihnen vorliegenden unbekannten Wappenbildes zu erleichtern.

Häufig genug nämlich sieht sich der Historiker oder Kunsthistoriker gezwungen, aus Gründen der Arbeitsökonomie die zeitintensiven Recherchen zur Bestimmung eines unbekannten Wappens an einem bestimmten Punkt abzubrechen und die Identifizierung einem späteren Bearbeiter zu überlassen. Die terminologisch korrekte Blasonierung ist dann für spätere Forschungen der kleinste gemeinsame Nenner, der auch ohne bildliche Reproduktion zumindest die wichtigsten Basisinformationen beinhaltet.

3 Computerunterstützte Suche in Wappensammlungen

Im Zuge des Aufbaus digitaler Bildsammlungen bzw. Digitaler Bibliotheken ist es naheliegend, auch die *Suche nach Bildinhalten*, in diesem Fall z.B. Wappenbildern, rechnergestützt durchzuführen. Für multimediale Digitale Bibliotheken werden dabei vor allem Bilddatenbanken benötigt, welche die visuelle Information graphischer Sammlungen effektiv zur Verfügung stellen können. Die oben genannten bildinhaltlichen Indizes lassen sich dabei direkt aus den graphischen Merkmalen der digitalisierten Bilder generieren.

Traditionelle Datenbanken verfügen über effektive und effiziente Techniken zur Verarbeitung alphanumerischer Daten. Wenn es um Speicherung und Abfrage von visuellen Daten (Graphiken, Photographien, Gemälde, etc.) geht, müssen die Bilder noch immer mit ihren Beschreibungen gespeichert werden, welche größtenteils in komplexen Grammatiken formuliert sind (Iconclass [Str94], etc.). Der Prozeß dieser Bildbeschreibung ist zeitaufwendig, fehleranfällig und häufig extrem subjektiv.

Für die spätere Abfrage werden nicht die Bilder selbst benutzt, sondern nur die alphanumerischen Daten der Beschreibungen. Deshalb erfordern solche Systeme nicht nur von ihren Autoren, sondern auch von allen Benutzern ein hohes Maß an Erfahrung in der Beschreibung der aufzufindenden Bilder. Um dem entgegenzuwirken, liegt es nahe, alle Bilder aufgrund ihrer graphischen Darstellungen und nicht aufgrund der dargestellten Bedeutungen zu charakterisieren. Wünschenswert ist ein Bilddatenbanksystem, das sich – neben komplexen konventionellen Sucheinsteigen und Volltextsuche – insbesondere der Suchalgorithmen der bildinhaltlichen Datenbankrecherche bedient [NB+93, FB+94]. Um die komplexe manuelle Beschreibung ersetzen zu können und somit den Erschließungsaufwand, bzw. die Kosten deutlich zu reduzieren, müssen die Bilder dabei automatisch aufgrund ihrer graphischen Merkmale charakterisiert werden.

Der relevante Begriff der Ähnlichkeit von Bildern ist durch textuelle Verschlagwortung ebenfalls nur schwer fassbar. Häufig stehen Fragestellungen nach Verbreitung eines speziellen Bildmotivs im Mittelpunkt der Forschung. Im Zusammenhang mit der Entstehungszeit und dem Entstehungsort von Graphiken kann so zum Beispiel nachvollzogen werden, wo Bildmotive von späteren Künstlern übernommen wurden oder Verbreitung gefunden haben. Ein intuitiver Zugang zu Ähnlichkeiten von Bildmaterial kann durch die bildinhaltliche Suche aufgrund graphischer Merkmale eröffnet werden.

3.1 Farbfeatures

Farbe ist der wohl bestverstandene Bestandteil aller Merkmale für die bildinhaltliche Suche. Viele Systeme, die bildinhaltliche Suchfähigkeiten anbieten, beziehen sich sogar nur auf die Farbattribute eines Bildes. Die Farbverteilung eines Bildes wird im allgemeinen durch *Farbverteilungshistogramme* dargestellt [FB+94]. Dabei werden die Farbwerte pixelweise analysiert und zu repräsentativen Histogrammsäulen zusammengefaßt. In der Heraldik treten im wesentlichen nur 9 Farben für Wappen auf (gold/gelb, silber/weiß, rot, blau, grün, schwarz, blau, orange und purpur), man braucht also nur Histogramme mit lediglich 9 Säulen zu verwenden, welche sich effizient vergleichen lassen.

Positiver Nebeneffekt der reduzierten Farbpalette ist, daß im Projekt die in der Kunst bisweilen geradezu philosophische Frage der Farbdefinition weitestgehend eliminiert und auf ein aufwendiges Colourmanagement zum Farbabgleich zwischen digitaler Reproduktion und Originalvorlage verzichtet werden konnte. Diesem Aspekt ist im Falle der Ausweitung auf universale digitalisierte Bildbestände in besonderer Weise Rechnung zu tragen.

Die hauptsächliche Schwierigkeit in der Farbanalyse ist allerdings, daß historische Wappenbilder in den Referenzwerken nur in den seltensten Fällen farbig dargestellt, sondern weitaus häufiger ihre Farben lediglich durch *Schraffierungen* codiert sind (cf. [S1856], [B1660]). Bevor Farbuntersuchungen durchgeführt werden können, müssen diese Schraffierungen also erst in die zugehörigen Farben umgesetzt werden.

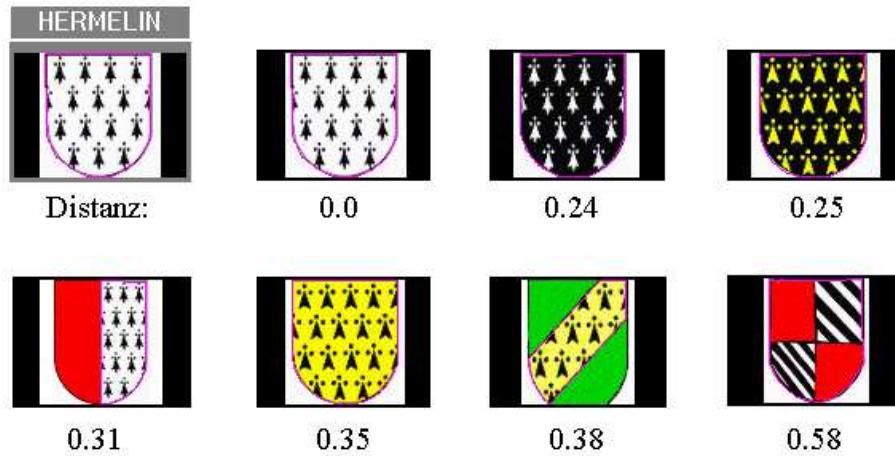


Abb. 1: Bildinhaltliche Suche nach Pelzwerken (aus [Bal97])

3.2 Texturfeatures

Ein weiteres graphisches Merkmal ist die Beschaffenheit von Oberflächen, der sogenannten *Textur*. Als Maße werden hier häufig

- der Kontrast,
- die Granularität oder
- vorherrschende Richtungen in Bildern

bewertet [NB+93]. Als Anwendung der Oberflächenstruktur auf die bildinhaltliche Suche nach Wappen liegt es zwar nahe, die angesprochenen Schraffierungen, welche die heraldischen Farben codieren, näher zu betrachten, allerdings konnten bisher durch reine Texturanalysen heraldische Figuren nicht hinreichend genau vom Hintergrund unterschieden werden. Als weitere Einsatzmöglichkeit kommen *Pelzwerke* in Betracht (vgl. Abb. 1). Sie haben eine deutliche Oberflächenstruktur durch die regelmäßig angeordneten Hermelinschwänze oder Fellstücke (Feh, Kürsch). Versuchsreihen ergaben hier, daß verschiedene Pelzwerke sehr effektiv unterschieden werden können [Bal97].

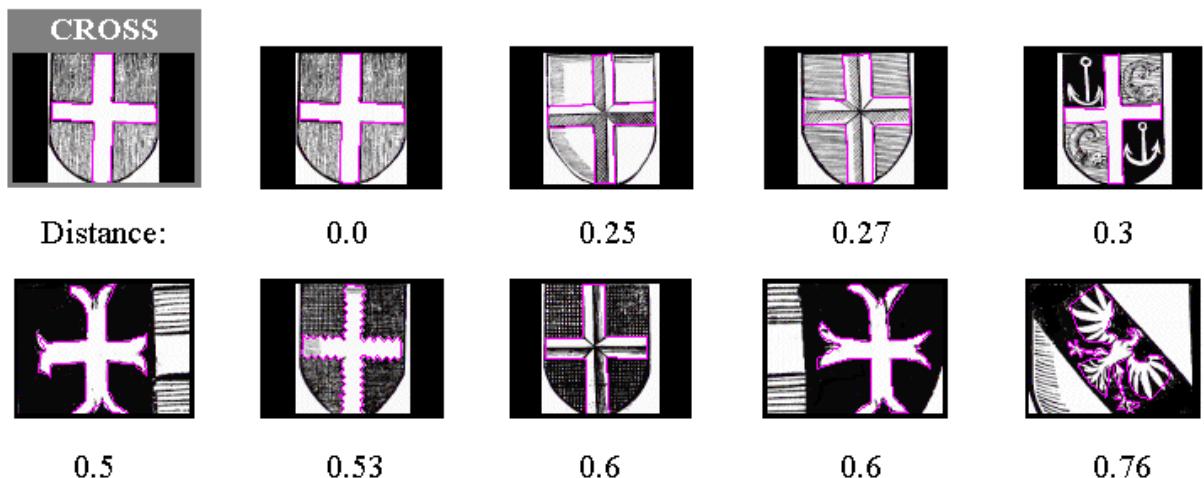


Abb. 2: Bildinhaltliche Suche nach auftretenden Formen (aus [Bal97])

3.3 Formfeatures

Das wesentlichste graphische Merkmal sind zumeist die in einem Bild auftretenden *Formen* (vgl. Abb. 2). Allgemeine Ansätze zur Formerkennung werden in

- umrißbezogene und
- gebietsbezogene Algorithmen

aufgeteilt, wobei umrißbezogene Algorithmen lediglich den Rand der Form nutzen und ihr Inneres ignorieren, während gebietsbezogene Techniken die Fläche betrachten und zum Teil sogar Details im Inneren einer Form auffinden können (z.B. Löcher) [MK+95]. Gute Algorithmen zur Formerkennung spielen insbesondere bei der Anwendung in der Heraldik eine zentrale Rolle. Denn im Gegensatz zu Farben und Oberflächenstrukturen, welche nur in relativ geringer Anzahl auftreten, ist der zur Komposition von Wappen zur Verfügung stehende Vorrat an Formen praktisch unbegrenzt [Bal97].

Werden mehrere Einzelformen auf einem Wappenschild kombiniert, so bleiben sie doch als Einzelformen erkenn- und benennbar. Werden beispielsweise Bildelemente zweier Familienwappen durch Heirat auf einem Wappenschild vereinigt (Allianzwappen), so werden die ursprünglichen Bildelemente rein additiv behandelt und lediglich maßstäblich verändert. Daher lassen sich aus vorliegenden, mehrteiligen oder aus ähnlichen Elementen bestehenden Wappenbildern gegebenenfalls auch genealogische Linien und Beziehungen zwischen Familien eruieren, wodurch einer Suchmöglichkeit nach Einzelementen im Wappenbild zusätzliche Bedeutung zukommt.

Bei der Formerkennung ist vom perzeptionellen Standpunkt darauf zu achten, daß *alle* Formmerkmale *invariant gegenüber Skalierung, Rotation und Translation* zu wählen sind. Es soll beim Vergleich also nicht auf Größenunterschiede, Orientierung und verschiedene Anordnungen auf dem Schild eingegangen werden, sondern die semantische Bedeutung der Form im Vordergrund stehen.

Leider sind derzeit keine Systeme kommerziell erhältlich, welche das Problem der Formerkennung gelöst haben [KB+99]. Neben dem effektiven Vergleich der auftretenden Formen liegt eines der Hauptprobleme in der Vorbearbeitung des digitalen Bildbestandes. Um nämlich Formen überhaupt vergleichen zu können, müssen sie in jedem Bild erst aufgespürt und ausgezeichnet werden [HK92]. Ein Bild muß also in seine formspezifischen Gebiete segmentiert werden. Fast alle bisherigen prototypischen Systeme haben diesen extrem arbeitsaufwendigen Vorverarbeitungsschritt vom Benutzer erfüllen lassen, d.h. jede im Bild enthaltene Form muß manuell umrandet und damit ausgezeichnet werden. Eine *automatische Segmentierung* ist insbesondere für heterogene Bildbestände bisher nicht gelungen. Versuche auf thematisch eng begrenzten Beständen geben jedoch Anlaß zur Hoffnung zumindest in der Erschließung spezieller Sachthemen entsprechende automatische Segmentierungsverfahren entwickeln zu können [VBK99].

4 Digitalisierungs- und Erschließungspraxis im Projekt

Mit der im Rahmen des Projekts errichteten Materialbasis werden im wesentlichen zwei, einander ergänzende Ziele verfolgt: zum einen gilt es, einen möglichst umfangreichen, qualitativ optimal aufbereiteten Bestand an Wappen-Bilddokumenten aufzubauen, dessen inhaltliche Erschließung wissenschaftlichen Nutzeranforderungen von historischer und kunsthistorischer Seite genügt und die einen effektiven Mehrwert gegenüber der gedruckten Vorlage liefert. Zum anderen erlaubt der hohe Qualitätsstandard der textuellen inhaltlichen Erschließung eine Präzisierung der Evaluierung bildinhaltlicher Recherchewerkzeuge und führt zu einem insgesamt deutlichen synergetischen Effekt auf das Anfrageergebnis.

4.1 Digitale Erfassung der Wappenbilder

Ausgangspunkt für die Digitalisierung und inhaltliche Erschließung ist das oben genannte Standardwerk *Siebmachers großes Wappenbuch* [S1856] in der Reprintausgabe von 1970 ff., die sich gegenüber den historischen Originalbänden durch einheitlichere und bessere Druckqualität auszeichnet. Begonnen wurde mit der Erfassung der Wappen des preußischen Adels; topographisch werden als nächste Bereiche Bayern, Franken und Hessen abgedeckt werden. Damit werden nach Abschluß der Arbeiten insgesamt rund 32.000 Wappenbilder in der Datenbank erschlossen vorliegen.

Bei der Digitalisierung werden in einem ersten Arbeitsgang die Wappenbilder einzeln auf einem Flachbettscanner (Agfa Horizon) gescannt (600 dpi, bitonal). Wie die zu Projektbeginn durchgeführten Tests zeigten, läßt sich durch Verfilmung und anschließende Digitalisierung vom Film nicht die für die bildinhaltliche Recherchesoftware erforderliche Qualität bereitstellen. Auch war es nicht möglich, das Scannen durch ein Seitenweises Vorgehen zu beschleunigen, da die unterschiedliche Anordnung der auf einer Seite oder Tafel zusammengestellten Wappen (i.d.R. 12 Wappen pro Tafel) eine automatische Trennung der einzelnen Wappen mittels eines einheitlichen Segmentierungsrasters verhindert.

4.2 Nachbearbeitung der gescannten Wappenbilder

Die einzelnen Wappenbilder werden anschließend nachbearbeitet, d.h. der für die bildinhaltliche Suche primär relevante Wappenschild wird mit dem Bildbearbeitungswerkzeug (Adobe Photoshop 5.0) freigestellt, wobei Helmzier und Decken entfernt, die äußere Kontur des Wappenschildes ggf. manuell geschlossen und, wo nötig, der Kontrast zum Hintergrund angehoben wird. Beide Bilder, die Version der Gesamtansicht des Wappens als auch die des freigestellten Schildes, werden in der Datenbank abgelegt.

Eine weitergehende Optimierung der Wappenbilder für die derzeit existierenden Werkzeuge zur bildinhaltlichen Suche bzw. speziell der Formfeatures würde eine *manuelle Auszeichnung* der Einzelformen auf dem Wappenschild erfordern: eine solche manuelle "bildinhaltliche" Erschließung aber verbietet sich allein aus Kostengründen; praktisch würde die Bearbeitungsleistung von durchschnittlich 12 digitalisierten Wappenbildern ohne textuelle Erschließung pro Stunde auf maximal 4 Wappenbilder pro Stunde (je Mitarbeiter) sinken.

Vor diesem Hintergrund drängt sich die Notwendigkeit einer Optimierung der Algorithmen zur Autosegmentierung von Bildern geradezu auf. Speziell aus kunstwissenschaftlicher Sicht kann dabei die Bedeutung der Formerkennung gar nicht hoch genug angesetzt werden, beruhen doch ikonographische Analysen, Untersuchungen von Rezeptions- und/oder Werkstattzusammenhängen nahezu ausschließlich auf formalen Analogien oder Ähnlichkeiten und stellen diese - angesichts der gerade in digitalen Bildarchiven höchst problematischen Aspekte des digitalen Colourmanagement - immer noch den zuverlässigsten und aussagekräftigsten Bestandteil der Bildinformation in kunsthistorischen Kontexten dar.

4.3 Fachspezifische Erschließung

Das Projekt HERON auf der Basis des Siebmacherschen Wappenbuchs aufzusetzen, erschien schließlich nicht nur aus quantitativen Gründen sinnvoll, sondern lag aufgrund der mitgelieferten umfangreichen *textuellen Informationen* nahe. In einem dem Tafelteil mit den Wappenbildern vorangestellten Textteil sind die *Blasonierungen*, d.h. die heraldisch korrekten Beschreibungen, sowie allgemeine *genealogische Informationen* zu den einzelnen Wappeneignern enthalten. Werden diese textuellen Informationen möglichst weitgehend automatisiert aufbereitet, so kann eine aufwendige intellektuelle fachliche Erschließung entfallen.

In einem zweiten Arbeitsgang werden daher die Texte gescannt, mit OCR-Software (Finereader 4.0) bearbeitet, korrigiert und in den für die Recherche relevanten Bereichen ergänzt (Auflösung der Abkürzungen für heraldische Farben; Ergänzung altertümlicher Schreibweisen der Familiennamen durch heutige Schreibweise). Da die alten Schreibweisen aus Kostengründen nicht im gesamten Text korrigiert werden und in Volltextanfragen somit u. U. Probleme auftreten können, ferner auch fachliche Gründe einen Rekurs auf die Originalinformationen notwendig machen, muß eine Abbildung des Originaltextes erhalten bleiben; sie wird in einem eigenen Feld der Datenbank abgelegt. Die *Textinformationen* sind in der Datenbank differenziert nach Genealogie und Blasonierung - letztere ihrerseits unterschieden nach Schild, Helm und Decken - recherchierbar; daneben wird Volltextsuche über alle Felder angeboten.

4.4 Integrierter multilingualer Bildthesaurus

Einen zusätzlichen Komfort sowohl für den Fachwissenschaftler als auch für den Heraldik-Laien - zugleich ein weiterer Schritt in Richtung eines intuitiven Multimediaarbeitsplatzes - bietet das HERON-System mit seinem integrierten *Bildthesaurus*, der die Suche nach bestimmten Bildelementen durch deren exemplarische Visualisierung erleichtert. Durch die begleitenden Bildbeispiele wird der hierarchisch geordnete Index von Sachbegriffen, die mit den bildinhalterschließenden Texten verknüpft sind, für terminologisch weniger Versierte nutzbar. Auch für fremdsprachliche Benutzer wird er so zum selbsterklärenden Recherchewerkzeug. Gleichzeitig wird damit die in der Heraldik nicht zu unterschätzende Schwierigkeit, ein vorliegendes Wappen korrekt zu blasonieren elegant gelöst. Im Expertenmodus kann deshalb die Treffermenge auf der Ebene der verbalen Erschließung rasch eingrenzt werden. Die Integration eines englischen und eines französischen Fachthesaurus ist naher Zukunft geplant.

4.5 Stand und Kosten der Digitalisierungsarbeiten

Die *derzeitige Datenbasis* umfaßt etwa 2500 im obigen Sinne vollerschlossene und digitalisierte Wappen mit den zugehörigen Textinformationen und darüber hinaus rund 3000 digitalisierte Wappenbilder, die noch textuell aufbereitet werden müssen. Bisherige Untersuchungen zur Arbeitsleistung zeigen, daß die Vollerschließung jeden Wappenbildes durch studentische Hilfskräfte etwa DM 2,00 kostet. Diese Kosten teilen sich je zur Hälfte auf die Digitalisierung mit Bildbearbeitung der Wappendarstellungen und die fachspezifische Volltexterschließung der Blasonierungen auf. Pro Stunde können ca. 6 Wappen voll erschlossen werden, wobei Formauszeichnungen nicht vorgenommen werden. Die vollständige Digitalisierung und Erschließung von Siebmachers großem Wappenbuch kann damit auf einen finanziellen Aufwand von ca. DM 260.000 veranschlagt werden. Übertragen auf andere Anwendungsgebiete ist zu bedenken, daß der finanzielle Aufwand für die intellektuelle fachliche Volltexterschließung der Bildmaterialien, die nicht auf bereits vorliegenden Texten aufsetzen kann, um ein Vielfaches höher zu kalkulieren ist. Zusammenfassend ist also festzuhalten, daß die Erschließung der entsprechenden Bildsammlungen um so günstiger realisiert werden kann, je weniger Volltexterschließung zur Erzeugung qualitativ ausreichender Rechercheergebnisse benötigt wird.

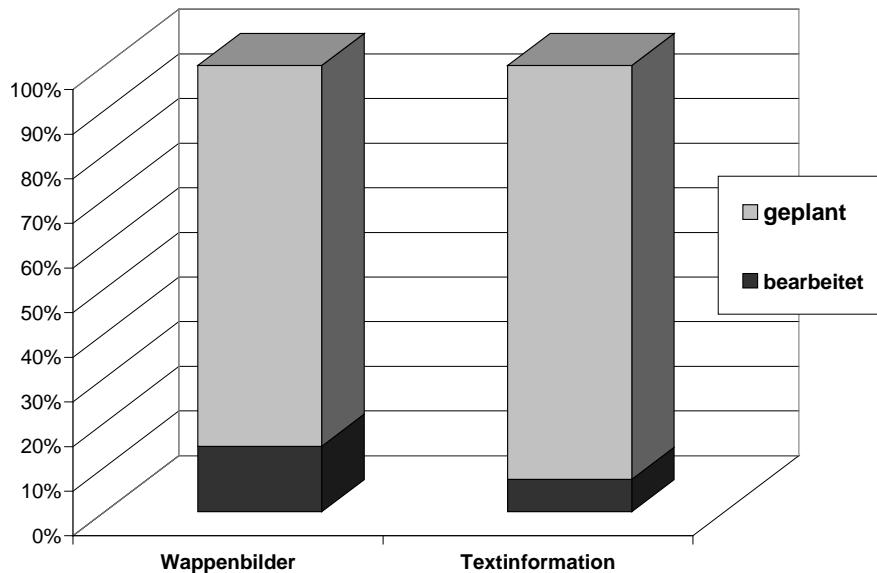


Tabelle 1: Bisherige Erschließungsleistung im HERON-Projekt

5 Ausweitung auf andere Anwendungsgebiete

Wichtige Herausforderung für bildinhaltliche Recherchesysteme ist die Verallgemeinerung und *Ausweitung auf andere Anwendungsgebiete*. Kommerzielle Systeme stützen sich größtenteils auf spezielle Anwendungsbereiche. Insbesondere auf dem Gebiet der medizinischen Bildverarbeitung von z.B. Tomographiedaten, dem Vergleich von Fingerabdrücken in Sicherheitssystemen, aber auch dem Vergleich von z.B. Trademarks oder Logos, haben dabei bildinhaltliche Recherchesysteme ihren Nutzen unter Beweis gestellt. Eine Ausweitung auf allgemeine Fotoarchive ist dagegen bisher nicht gelungen. Die spezifische Beschaffenheit der

unterliegenden Bildsammlung fordert in der Regel, eine spezielle Menge von aussagekräftigen graphischen Merkmalen für jede einzelne Sammlung festzulegen, die i.a. nicht ohne Adaptionen auf anderen Sammlungen verwendet werden kann.

5.1 Spezifische Adaption der Werkzeuge auf unterschiedliche Bilddatenbestände

Genau wie die spezielle Auswahl der Features können auch Verarbeitungsschritte wie z.B. die automatische Segmentierung von Formen nicht ohne Anpassung für thematisch unterschiedliche Bildquellen übernommen werden. Effektive Segmentierungsalgorithmen z.B. nutzen immer semantisches Wissen über das spezifische Gebiet für die Erschließung der Bilder aus, ähnlich zur menschlichen Vorgehensweise, die durch die Erfahrung im Umgang mit einem Gebiet, immer effektivere Ergebnisse erzielt. Naheliegend ist also die Ausweitung der bisherigen Anwendung zuerst in verwandte Gebiete, um dann später auf weitere Bereiche verallgemeinern zu können.

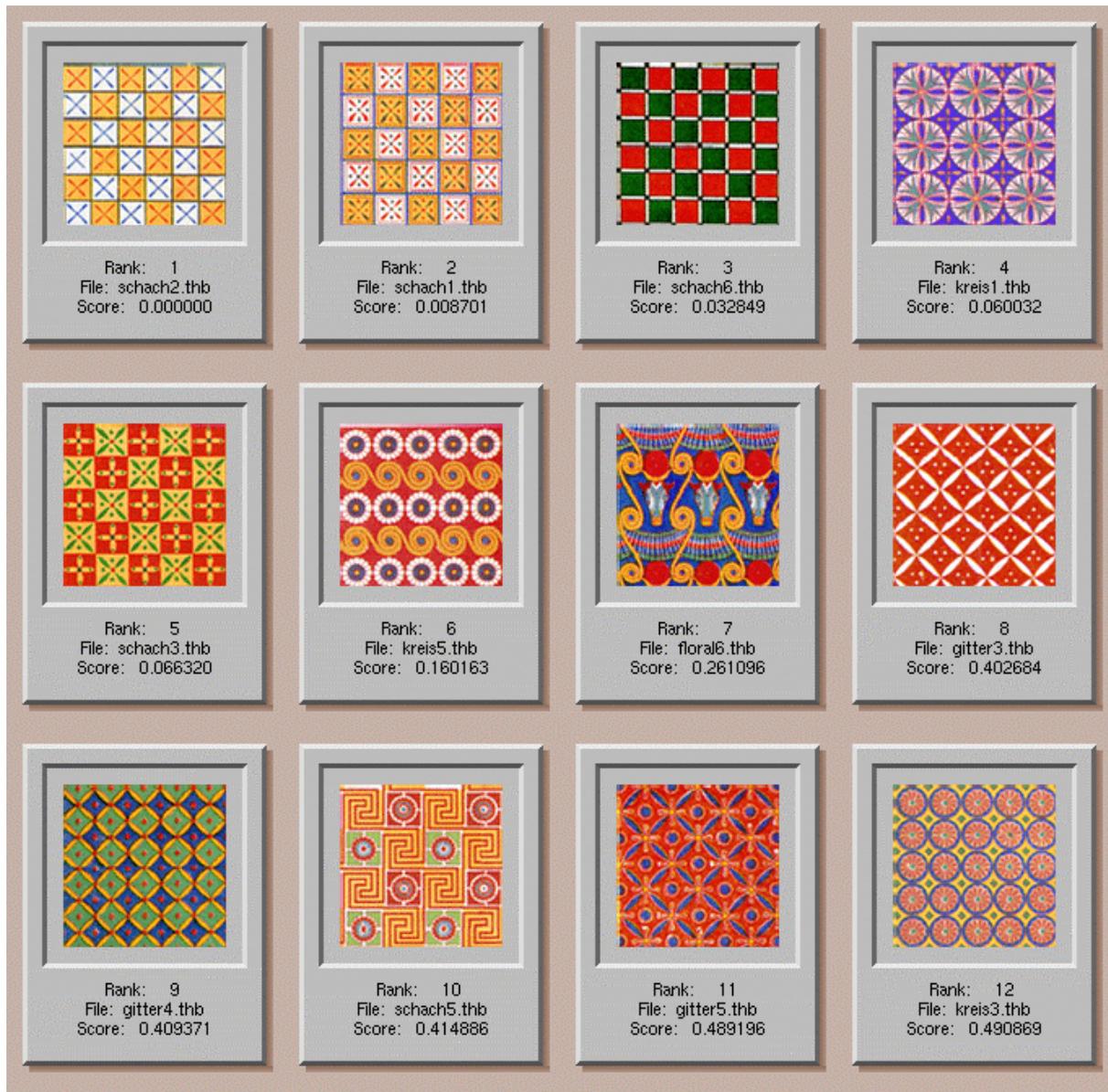


Abb. 3: Suchergebnis nach Mustern ähnlich zum ersten Beispiel oben links

Zur Ausweitung der bildinhaltlichen Suche in andere kunsthistorische Gebiete oder sogar in allgemeine kommerzielle Fotoarchive wurden erste Versuche auf dem Gebiet der *Ornamentik* gemacht (Benutzt wurde dazu das in [KB+99] beschriebene HERON-System). Hier wurden vor allem Texturmerkmale in Betracht gezogen, um periodische Muster aufzuspüren und charakterisieren zu können. Der wesentliche Anteil liegt ähnlich zur Heraldik in den Textur und auftretenden Formen, da Farbmerkmale zur Unterscheidung von Ornamenten nur begrenzt einsetzbar sind. Texturmerkmale haben sich dabei besonders im Hinblick auf die Periodizität eines Musters bei flächendeckenden Ornamenten, aber auch auf Granularität und vorherrschende Direktionalität bewährt (vgl. Abb. 3). Für einzelnstehende Ornamente sind analog zu den Wappenbildern Formmerkmale unverzichtbar. Aussagen über den Grund der berechneten Ähnlichkeit sind aber häufig trotz befriedigender Ergebnislisten nur schwer nachvollziehbar. So findet man in Abbildung 4 sehr ähnliche Muster zu dem vorgegebenen Beispiel oben links (Ränge 3-4, 7-8). Warum als ähnlichstes Bild allerdings das Muster auf Rang 2 zurückgeliefert wird ist perzeptionell nicht nachvollziehbar. Mit dem Auftreten einzelner perzeptionell falscher Ergebnisse muß also auch hier gerechnet werden.



Abb. 4: Suchergebnis nach floralen Mustern ähnlich zum Beispiel oben links

Fehlerhafte oder irrelevante Objekte in der Ergebnisliste lassen sich in der Abstraktion vom Originalbild leider nie ganz verhindern. Für den Benutzer ist es dabei allerdings wichtiger, alle relevanten Objekte garantiert zurückgeliefert zu bekommen, als die Anzahl der falsch zurückgelieferten Treffer zu minimieren. Es ist im Sinne einer endgültigen Qualitätskontrolle also sinnvoller, den Benutzer einzelne falsche Ergebnisse aus einem im allgemeinen befriedigenden Gesamtergebnis heraussuchen zu lassen, als durch weitere adaptive Verfeinerungen der graphischen Merkmale oder sogar Integration von Erklärungskomponenten die Recherchezeit zu verlängern.

Aus kunsthistorischer Perspektive erscheint die Ausweitung der am Beispiel der Heraldik entwickelten bildinhaltlichen Werkzeuge auf eine Reihe ähnlich strukturierter Anwendungsbiete sinnvoll. Denkbar ist sowohl eine Einbeziehung weiterer druckgraphischer Bildbereiche, speziell solcher, deren komplexe ikonographische Zusammenhänge sich in einzelne Bildelemente zerlegen lassen, wie beispielsweise emblematische Darstellungen. Anknüpfend an den oben ausgeführten Testfall der Ornamentik ist an Randornamentik in Handschriften wie auch an Initialschmuck in Handschriften und Inkunabeln oder aber an Musterprägungen historischer Einbände zu denken. Daß im gedruckten Bereich nicht nur Bilder im ikonographischen Sinn, sondern auch Bildmuster im typographischen Sinne mit Hilfe der beschriebenen bildinhaltlichen Recherchewerkzeuge aufgespürt und damit zentrale Probleme der Inkunabelforschung in neuem Licht gesehen werden könnten, ist ein aus buchgeschichtlicher Sicht weiterer interessanter Aspekt.

Eine Erweiterung des Untersuchungsfeldes vom druckgraphischen Bereich auf den der Malerei hat mit den oben genannten Problemen des *Colourmanagement* zu rechnen, ist aber insbesondere durch die Möglichkeiten der Texturanalyse (z.B. Malduktus) erfolgversprechend. Trotzdem spielt auch hier die Formerkennung wieder eine wichtige Rolle. Notwendig sind auch die Adaption der Segmentierungstechniken auf die speziellen Anforderungen der Vorlagen, in diesem Fall der Gemälde, die sich in der Präzision ihrer Konturenführung von druckgraphischen Vorlagen deutlich unterscheiden.

6 Technische Probleme in der Digitalisierung heraldischen Bildmaterials

Die wesentlichen technischen Probleme bei der Digitalisierung heraldischer Bestände zur Anwendung für eine bildinhaltliche Recherche lassen sich wie folgt aufgliedern:

- Farberkennung von Schwarzweißbildern
- Autosegmentierung der auftretenden Formen
- Heterogene Datenquellen
- Auslieferung des Bildmaterials in diversen Formaten und Qualitätsstufen

Der Anwendung in der Heraldik liegen, wie bereits erwähnt, lediglich schwarzweiße Darstellungen in den Standardwerken als Datenbasis zugrunde. Die Erzeugung von Farbhistogrammen für den Gebrauch in visuellen Recherchesystemen ist daher nicht direkt möglich. Mit Methoden der digitalen Bildverarbeitung ist es im HERON-Projekt jedoch gelungen, spezielle Farbhistogramme und Farbskizzen einfarbiger Wappenbilder zu berechnen [VBK99]. Diese können als Grundlage für eine farbbasierte bildinhaltliche Suche dienen.

Speziell für die Anwendung in der Heraldik bedeutet Segmentierung die Freilegung der abgebildeten Figuren oder Zeichen, die in druckgraphischen Wappensammlungen im Regelfall auf einem schraffierten Hintergrund liegen. Solche Schraffierungen stellen für gängige Segmentierungsverfahren, welche häufig auf der Annahme beruhen, daß zu segmentierende Bildteile in einer (fast) einheitlichen Farbe vorliegen und ihre Umrandung einen deutlichen Farbunterschied zum Hintergrund darstellt, ein erhebliches Problem dar. Ungünstigerweise gehen nämlich Schraffierungen fast immer direkt in die Objektkonturen über und verhindern so eine Segmentierung durch herkömmliche Algorithmen. Auch hier wurde ein erstes Verfahren entwickelt, das es erlaubt, störende Schraffierungen zu entfernen und so zumindest semiautomatisch heraldische Figuren freizulegen [VBK99].

Als ein großes Problem bezüglich der Ausweitung auf andere Anwendungsgebiete ist die Notwendigkeit der Verarbeitung heterogener Datenquellen anzusprechen. Hierbei ist darauf zu achten, daß nicht nur die Nutzung der spezifischen bildinhaltlichen Features auf das Anwendungsgebiet abgestimmt werden muß, sondern auch Vorverarbeitungsschritte wie die automatische Segmentierung von Formen immer spezifischen Fachwissens bedarf, um effektiv einsetzbar zu sein. Bei der Erschließung einer neuen Datenquelle sind also nicht nur physische Parameter wie Scanqualitäten oder die Art der fachlichen Annotationen dem Datenbestand individuell anzupassen, sondern auch die Menge der aussagekräftigen graphischen Merkmale neu zu bestimmen und Algorithmen zu ihrer Extraktion oder zur Segmentierung entsprechend fachspezifischer Vorgaben zu modifizieren.

Im Rahmen der Ausgabefähigkeiten von Bildrecherchesystemen ist das spezielle Anwenderprofil zu beachten. Wichtig ist die Verfügbarkeit von Bildmaterial in unterschiedlichsten Qualitätsstufen und Bildformaten, denn z.B. ist die zeitsparende Übertragung von Bildern in einer reduzierten Auflösung bei weitem ausreichend, um sich einen ersten Überblick über diverse Bildersammlungen im Internet zu verschaffen, wenn jedoch einzelne Bildobjekte etwa zur Verifizierung von Details oder zum Ausdruck benötigt werden, sind hohe Auflösungen oder bestimmte Bildformate unabdingbar. Existierende kommerzielle Datenbanksysteme sehen bereits die Möglichkeit zur Auslieferung von Bildmaterial in diversen Formaten und Qualitätsstufen vor [KB+99]. Doch in diesen Systemen ist primär nur die Speicherung eines einzigen Referenzformats vorgesehen, aus welchem alle anderen Formate für die Auslieferung konvertiert werden müssen. Für eine optimale Kostenersparnis ist es jedoch wünschenswert, häufig angefragte Bildformate nicht jedesmal neu zu konvertieren sondern bereits in der Datenbank gespeichert zu haben. Das Optimierungsproblem liegt dabei in dem Mehraufwand des zur Verfügung gestellten Massenspeichers gegenüber beschleunigten Auslieferungszeiten durch eingesparte Konvertierungszeiten. Auch hierzu wurden im Rahmen des HERON-Projekts bereits erfolgversprechende Algorithmen entwickelt [WHK99].

7 Zusammenfassung und Ausblick

Als Beispiel einer interdisziplinären Vorgehensweise bei der Erschließung einer kunsthistorischen Bildsammlung im Hinblick auf den Auf- und Ausbau Digitaler Bibliotheken nimmt das Projekt HERON im historischen und kunsthistorischen Bereich eine herausragende Stellung ein. Erstmals wurde versucht, die Algorithmen eines bildinhaltlichen Recherchesystems dem speziellen Anwendungsgebiet anzupassen, dabei aber die Möglichkeit für Erweiterungen und die Einbindung heterogener Retrievalkomponenten und Datenquellen offenzuhalten. Die Zusammenführung verschiedenster nutzerspezifischer Anforderungen aus der Sicht einer fachwissenschaftlichen Klientel, für die die intensive Einbeziehung nicht nur von Text- sondern

auch von Bildmaterialien am computergestützten Arbeitsplatz kennzeichnend ist, bedeutet einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur Erstellung multimedialer Systeme für Kunsthistoriker, aber auch interessierte Laien.

Für die Weiterentwicklung bildinhaltlicher Recherchewerkzeuge kann letztendlich aus kunsthistorischer Sicht nicht nachdrücklich genug darauf hingewiesen werden, daß Bildinformationen in ihrer Gesamtheit mehr ausdrückt, d.h. mehr wahrnehmbare Informationen beinhalten, als sich selbst bei ausgefeilter Beschreibungssprache und mit großem Zeit- (i.e. Kosten-) Aufwand sprachlich erfassen lassen. Im Hinblick auf die angestrebte Verallgemeinerung der Werkzeuge und die Ausweitung auf weitere kunsthistorische Anwendungsgebiete ist daher in Betracht zu ziehen, daß die Bereitstellung bildinhaltlicher Recherchemöglichkeiten nicht nur die Einführung neuer und leistungsfähigerer Suchwerkzeuge bedeutet: Vielmehr eröffnen diese Werkzeuge auch eine Chance zur Objektivierung resp. Differenzierung visueller Wahrnehmungen von bildlichen Objekten und könnten damit tatsächlich in innovativer Weise zur Bereicherung kunstwissenschaftlicher Analysemethoden betragen. Hier kündigen sich, wie erste Versuche im Bereich der Emblematik gezeigt haben, interessante Szenarien für die diversen Felder der Rezeptionsforschung und speziell der Untersuchung ikonographischer und bildsemantischer Traditionen an.

Danksagung

Das HERON Projekt wird im Rahmen des V3D2-Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Die verwendete Datenbank Software DB2 und die DB2 Relational Extender wurden von IBM im Rahmen des Programms „DB2 for Educational Purposes“ zur Verfügung gestellt. Besonderen Dank möchten wir Dr. Ulrich Hohoff für seine Unterstützung aussprechen.

8 Literatur

- [B1660] Bucelin. Germania Topo-Chrono-Stemmatographica Sacra Et Profana, Ulm 1660-1678, Vol. 1 - 4
- [Bal97] Balke. Untersuchungen zur bildinhaltlichen Datenbank-Recherche in einer Wappensammlung anhand des IBM Ultimeda Managers, Diplomarbeit, Universität Augsburg 1997
- [FB+94] Faloutsos, Barber, Flickner, Hafner, Niblack, Petkovic, Equitz. Efficient and Effective Querying by Image Content, Journal of Intelligent Information Systems, Vol. 3 (1994), pp. 231-262
- [GJ78] Galbreath, Jéquier. Lehrbuch der Heraldik, Augsburg 1978
- [HK92] Hirata, Kato. Query by Visual Example, Advances in Database Technology EDBT '92, Heidelberg 1992

- [KB+99] Kießling, Balke, Birke, Urch, Wagner. Das HERON Projekt – Ein Zwischenbericht, Technischer Bericht 1999-4, Institut für Informatik. Universität Augsburg 1999
- [KE+98] Kießling, Erber-Urch, Balke, Birke, Wagner. The HERON Project – Multimedia Database Support for History and Human Sciences. In: 28. Annual Conference of the German Computer Society (GI): INFORMATIK98, LNCS, Magdeburg, Germany, September 1998. Published in Dassow, Jürgen and Kruse, Rudolf (edit.), Informatik '98: Informatik zwischen Bild und Sprache , Heidelberg 1998, pp. 309-318
- [MK+95] Mehtre, Kankanhalli, Lee. Shape Measures For Content Based Image Retrieval: A Comparison, Technical Report TR95-195-0, Institute of Systems Science, National University of Singapore 1995
- [NB+93] Niblack, Barber, Equitz, Flickner, Glasman, Petkovic, Yanker, Faloutsos, Taubin. The QBIC Project: Querying Images by Content using Color, Texture and Shape, SPIE 1993, pp 173-181
- [Neu92] Neubecker. Das große Wappenbilderlexikon, Augsburg 1992
- [S1856] J. Siebmacher's grosses und allgemeines Wappenbuch. Neu hrsg. von Otto Titan von Hefner. Nürnberg 1856 ff.
- [S1970] J. Siebmacher's großes Wappenbuch. [Reprograph. Nachdr. der Ausg. Nürnberg 1856 ff.]. Neustadt an der Aisch 1970 ff.
- [Str94] Straten van Roelof. Iconography Indexing Iconclass, Foleor Publishers, Leiden/Niederlande 1994
- [VBK99] Vogel, Balke, Kießling. Automatische Segmentierung in Wappensammlungen mittels MVTec Halcon. Technischer Bericht 1999-3, Institut für Informatik. Universität Augsburg 1999
- [WHK99] Wagner, Holland, Kießling. Efficient and Flexible Multimedia Delivery with Universal Database Systems. Technischer Bericht 1999-2, Institut für Informatik. Universität Augsburg 1999