
Semantische Bildsuche mittels kollaborativer Filterung und visueller Navigation

Prof. Dr. Kai Uwe Barthel

HTW Berlin / pixolution GmbH



Übersicht

- ❑ Probleme der gegenwärtigen Bildsuchsysteme
 - Schlagwortbasierte Bildsuche
 - Inhaltsbasierte Bildsuche

- ❑ Kollaborative Systeme / Empfehlungssysteme
 - Prinzip
 - Probleme bei Bildern

- ❑ Unser Prinzip eines kollaborativen Bildsuchsystems:
 - Visuelle Bildsortierung
 - Visuelle Ähnlichkeitssuche
 - Semi-automatisches Lernen von Bildbeziehungen und Vorschlägen semantisch ähnlicher Bilder



Hauptprobleme der Bildsuche

- ❑ Die Menge der zu durchsuchenden Bilder ist oft extrem groß. Ein Betrachten aller Bilder kommt daher nicht in Frage.
- ❑ Bei unsortierten Bildmengen können Menschen nicht mehr als ca. 20 - 50 Bilder erfassen.
- ❑ Verschlagwortungen der Bildsuchsysteme sind
 - häufig falsch
(bei Internet-Bildsuchsystemen) oder
 - unvollständig oder falsch übersetzt
(bei Bildagenturen)



Bildsuche / nutzbare Technologien

Bildquelle	Camera / Computer	Bilder aus dem Internet	Bild- agenturen
Information			
Datum	✓	✗	✗
Bildnamen	(✗) „DSCF5321.jpg“	(✗) manchmal	✗
Keywörter / Verschlagwortung	(✗) sehr selten	(✓) automatische Verschlagwortung fehlerbehaftet	✓ manuelle Verschlagwortung fehlerbehaftet
Unsere Lösung:			
Visuelle Bildsortierung	✓	✓	✓
Visuelle Bildsuche	✓	✓	✓
semant. Bildvorschläge		✓	✓



Schlagwortbasierte Bildsuche

-

Keyword based image search



Bei Internet Bildsuchsystemen ...

Millionen von Bildern, die oft nicht zum Suchbegriff passen



Suchbegriff „Rose“

Probleme der schlagwortbasierten Bildsuche

Da die Suchintention des Nutzers nicht bekannt ist, gibt es falsche Suchergebnisse durch:

- ❑ Homonyme
(Pflanze „Rose“, die Farbe rose, der Rosé Wein)
- ❑ Namen (Emily Rose)
- ❑ Produktnamen oder Bezeichnungen
(The Rose Bowl Pasadena)
- ❑ Bücher, Zeichnungen, etc. über „Rosen“



Bei Bilddatenbanken ...

Zu viele unterschiedliche, unstrukturierte Ergebnisse

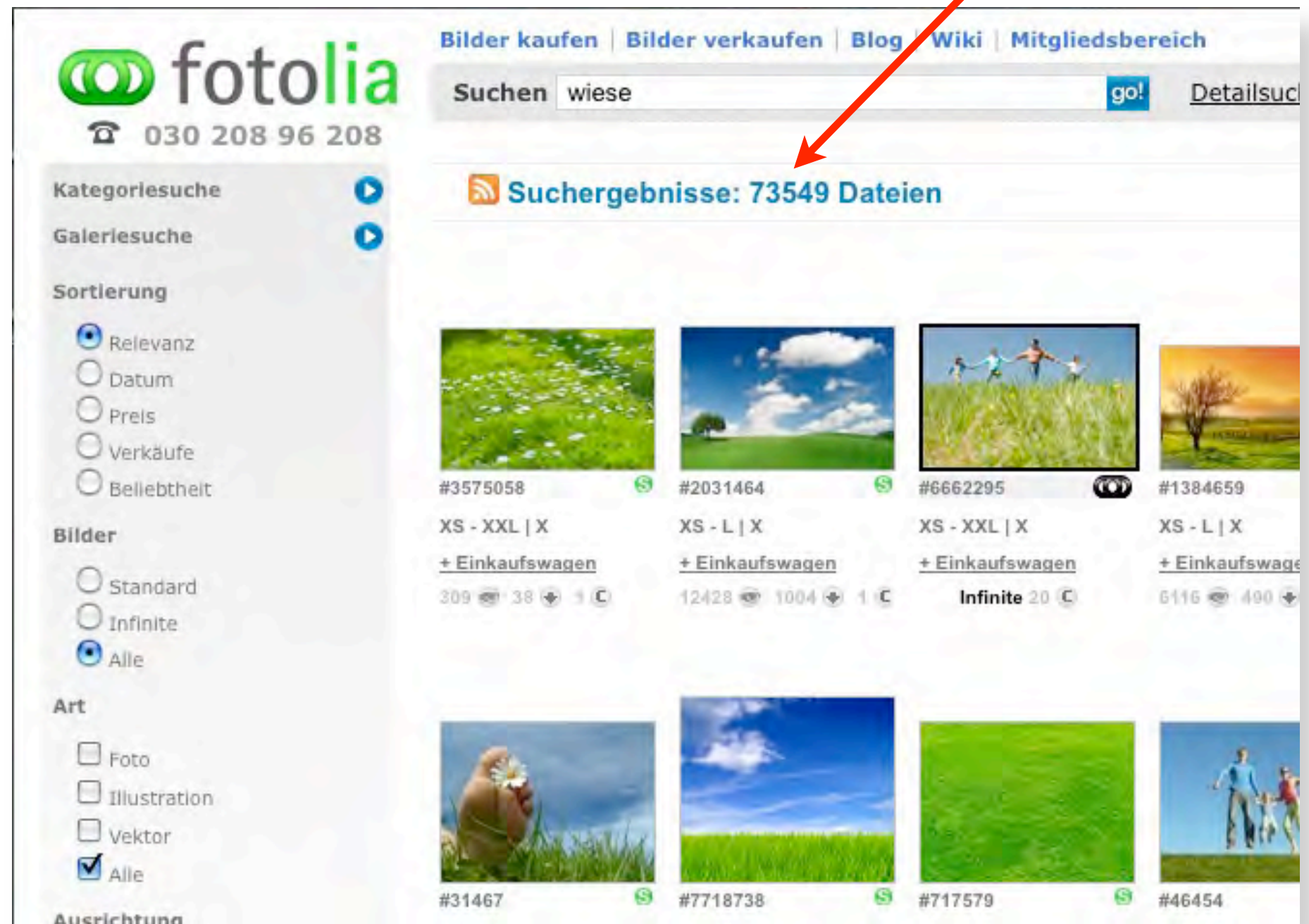
The screenshot shows a search results page on the Fotolia website. The search term 'apple' has yielded 41,349 files. The results are displayed in a grid of 12 columns and 4 rows. Each result includes a thumbnail image, a file ID, a resolution (e.g., XS-L, XL, XXL), and an 'Add to Shopping Cart' button. The left sidebar contains filters for categories, galleries, order by (Relevance, Creation date, Price, Download, Popularity), images (Standard Collection, Infinite Collection, All Collections), file type (Photo, Illustration, Vector, All), orientation (Horizontal, Vertical, All), and only (Isolated items, Panoramas, L (vertical), XL (vertical), XXL (vertical), XXXL (vertical), X (vertical)). The top navigation bar includes links for 'Buy Stock Images', 'Sell Stock Images', 'Blog', 'Wiki', 'My Fotolia', and 'Sign Up | Login | My Shopping Cart (0)'. The top search bar shows 'apple' and options for 'More choices', 'Category search', and 'Gallery Search'.



Probleme der Bilddatenbanken I

„Unscharfe“ Suchanfragen liefern zu viele Ergebnisse

Suche nach:
„Wiese“

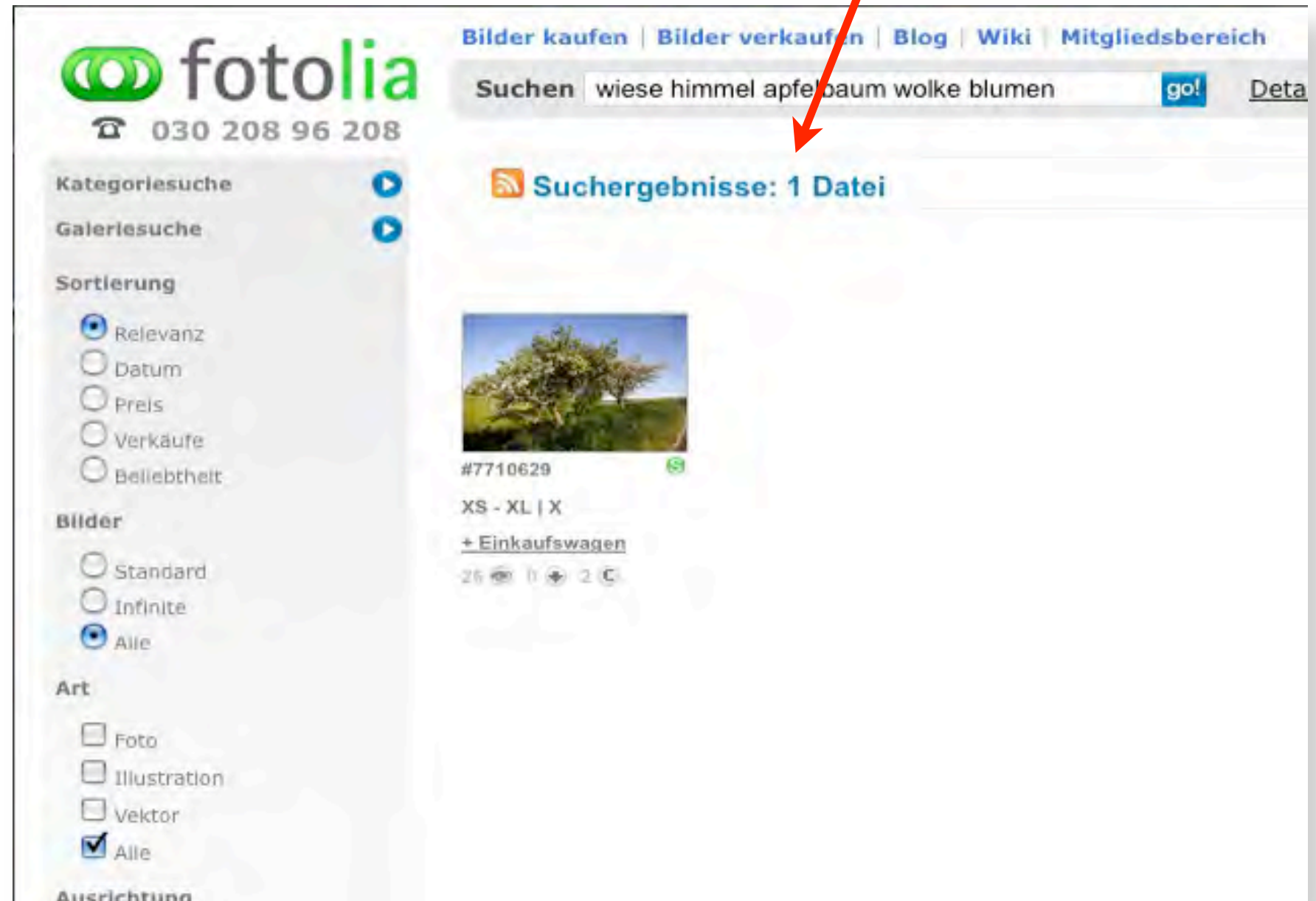


Probleme der Bilddatenbanken II

„Präzise“ Suchanfragen liefern kaum Ergebnisse

Suche nach:

„Wiese
Himmel
Apfelbaum
Wolke
Blumen“



Inhaltsbasierte Bildsuche

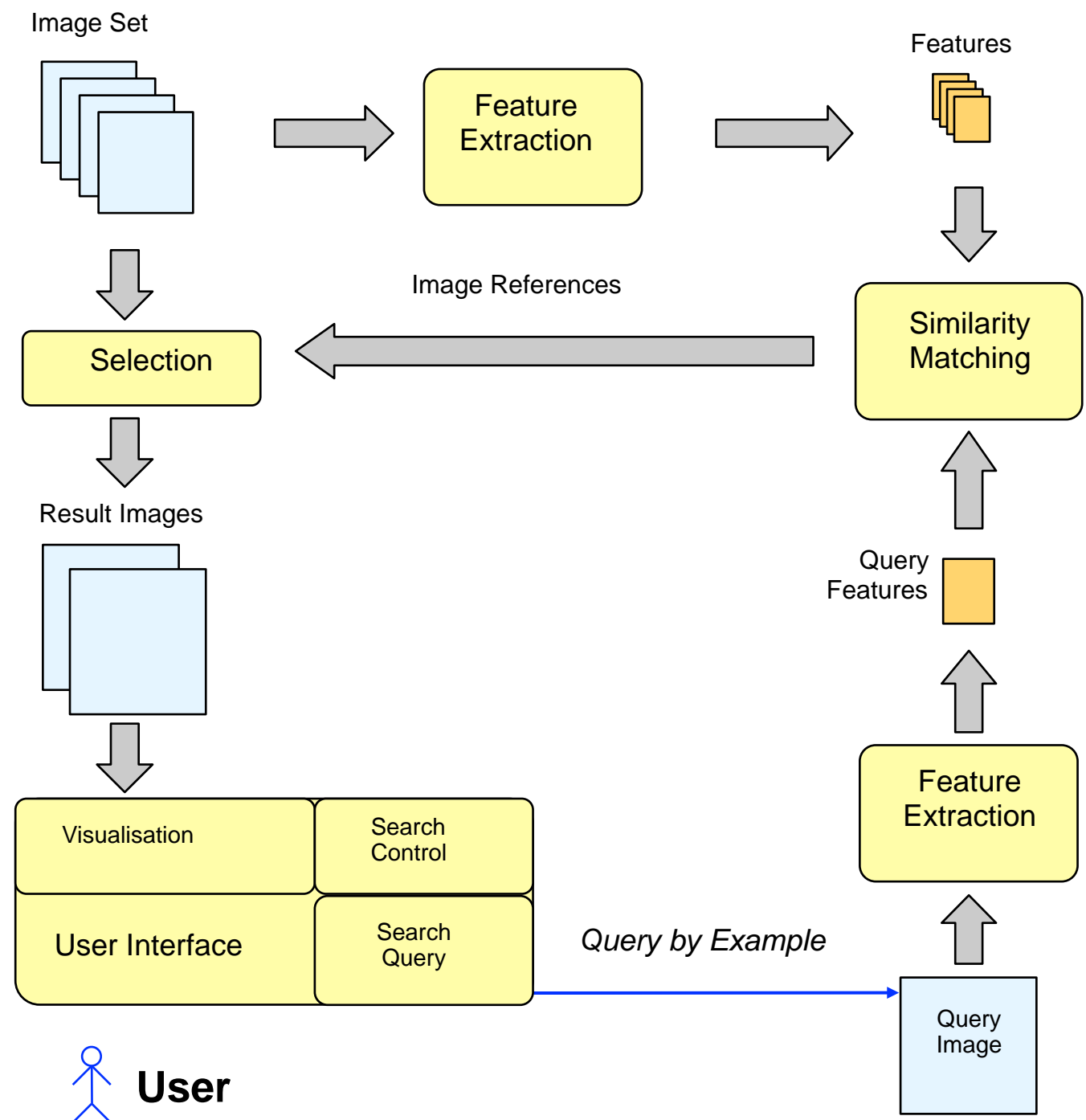
-

Content Based Image Retrieval (CBIR)

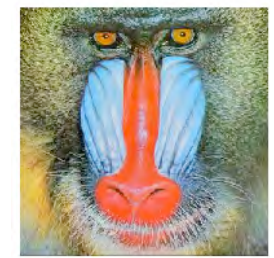


Prinzip der inhaltsbasierten Bildsuche

- ❑ Bilder werden durch (einfache) statistische Eigenschaften (Features) wie Farbe, Form, Textur, beschrieben
- ❑ Die inhaltsbasierte Bildsuche basiert auf der Annahme, dass ähnliche Bilder auch ähnliche Features besitzen.
- ❑ Die Suche nach ähnlichen Features liefert visuell ähnliche Bilder.



MPEG-7 Visual Descriptors



Descriptor **Color Layout** **Dominant Color** **Color Structure**

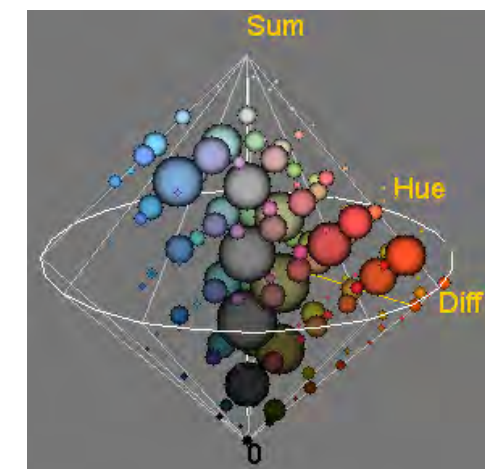
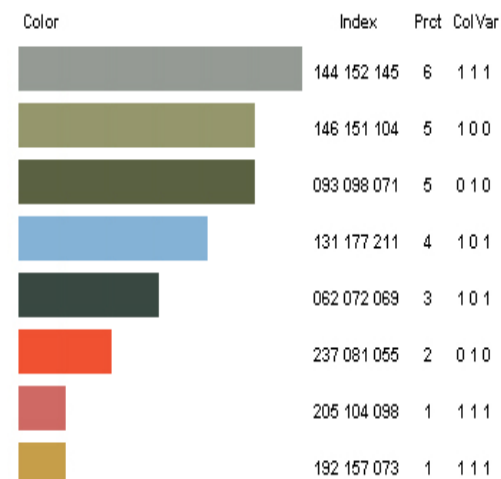
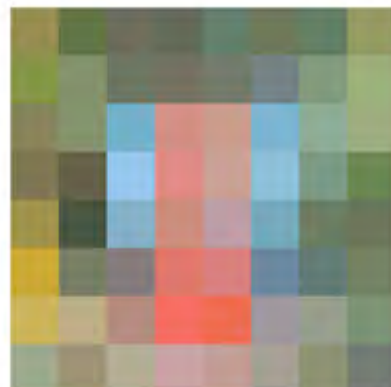
Dimension
 of feature
 vectors

3 - 192

9 – 24
 (depending on
 image)

32-256

Example



Content-based image retrieval (CBIR)

Die Suche nach ähnlichen Features liefert visuell ähnliche Bilder.



Probleme der inhaltsbasierten Bildsuche

- ❑ Einfache (Low-Level) Features können zwar die visuelle Erscheinung des Bildes beschreiben, aber nicht den semantischen Inhalt.

Dies bedeutet:

Es gibt einen großen Unterschied wie Menschen und Computer Bilder beschreiben.

- ❑ Ohne Beispielbild ist keine inhaltsbasierte Bildsuche möglich.



Status quo der CBIR I

Die Suche nach ähnlichen Features liefert visuell ähnliche Bilder.



CBIR

similar



CBIR

similar

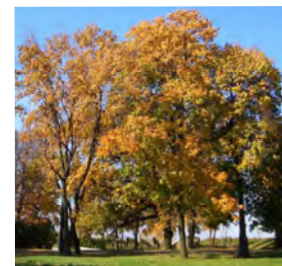


CBIR

similar



Selbst die besten Verfahren können semantische Ähnlichkeiten nicht erkennen.



CBIR

not similar



Relevance Feedback (RF)

- ❑ Relevanz-Feedback-Systeme versuchen die Bildsuchergebnisse durch Feedback des Nutzers zu verbessern.
- ❑ Ein Problem des RF besteht darin, dass das Suchsystem den Grund des Feedbacks nicht kennt: Es ist unbekannt, welche Bildeigenschaft ausschlaggebend für das Feedback waren.
- ❑ Das größte Problem der RF-Systeme besteht darin, dass es den Nutzern meist zu mühsam ist, bei vielen Bildern jeweils anzugeben, ob diese dem angestrebten Suchergebnis entsprechen oder nicht.



Kollaboratives Filtern Empfehlungssysteme

-

Collaborative Filtering Recommender Systems



Problematik

- ❑ Die semantischen Netze sind noch nicht so weit wie wir es gerne hätten.
- ❑ Große Teile der Informationen (im Internet, in Bibliotheken, etc.) sind so strukturiert, dass eine automatische Extraktion von semantischen Relationen (noch) nicht möglich ist.
- ❑ Lösung:
Auswertung von Nutzerverhalten / Nutzerprofilen

Kollaboratives Filtern / Empfehlungssysteme

- ❑ Empfehlungssysteme generieren automatisch Empfehlungen für Nutzer. Dieses können z. B. ähnliche Produkte bei einem Online-Shop oder thematisch ähnliche Bücher bei Bibliotheken sein.
- ❑ Aus dem Vergleich von Nutzerprofilen wird versucht, dem Nutzer Bewertungen für Artikel vorherzusagen, die ihm/ihr noch unbekannt sind.
- ❑ Aktuell großes Forschungsgebiet mit vielen verschiedenen Ausrichtungen, u.a. Social Data Mining



Bekannte Beispiele: Amazon, Last.fm, Apple Genius

amazon.de Hallo, Kai Barthel. Wir haben Empfehlungen für Sie. (Ausloggen)
Kais Amazon.de Sonderangebote Wunschzettel Gutscheine Geschenke Mein Konto Hilfe Impressum

Alle Kategorien ansehen Suche Bücher Einkaufswagen

Bücher Erweiterte Suche Stöbern Bestseller Neuheiten Hörbücher Englische Bücher Taschenbücher Fachbücher Sonderangebote Bücher Verkaufen

Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.1, Tim im Kongo: Tim in Kongo (Broschiert)
von [Hergé](#) (Autor)
★★★★☆ (9 Kundenrezensionen)

Preis: **EUR 9,00** Kostenlose Lieferung. [Siehe Details.](#)

Auf Lager.
Verkauf und Versand durch **Amazon.de**. Geschenkverpackung verfügbar.

Lieferung bis Donnerstag, 3. Dezember: Bestellen Sie in den nächsten 12 Stunden und 59 Minuten und wählen Sie **Overnight-Express** an der Kasse. [Siehe Details.](#)

Bestellen Sie für Weihnachten? Um die Lieferung bis zum 24. Dezember zu erhalten, wählen Sie an der Kasse **Standardversand** als Versandart. [Mehr Informationen zum Versand.](#)

49 neu ab EUR 8,99 2 gebraucht ab EUR 6,49

Weitere Ausgaben: Preis: Weitere Angebote:
[Sondereinband](#) 14 Angebote ab EUR 4,50

Für Kunden: Stellen Sie Ihre eigenen Bilder ein.

Mehr Bilder ansehen

Wird oft zusammen gekauft

Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch

☒ Dieser Artikel: Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.1, Tim im Kongo: Tim in Kongo von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.2, Tim... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.3, Die... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.4, Der... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.5, Der... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.6, Die... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.7, Die... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.8, Die... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.9, Der... von Hergé
☒ Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.10, Der... von Hergé

Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch Seite 1 von 16

Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.2, Tim... von Hergé
★★★★☆ (8) EUR 9,00

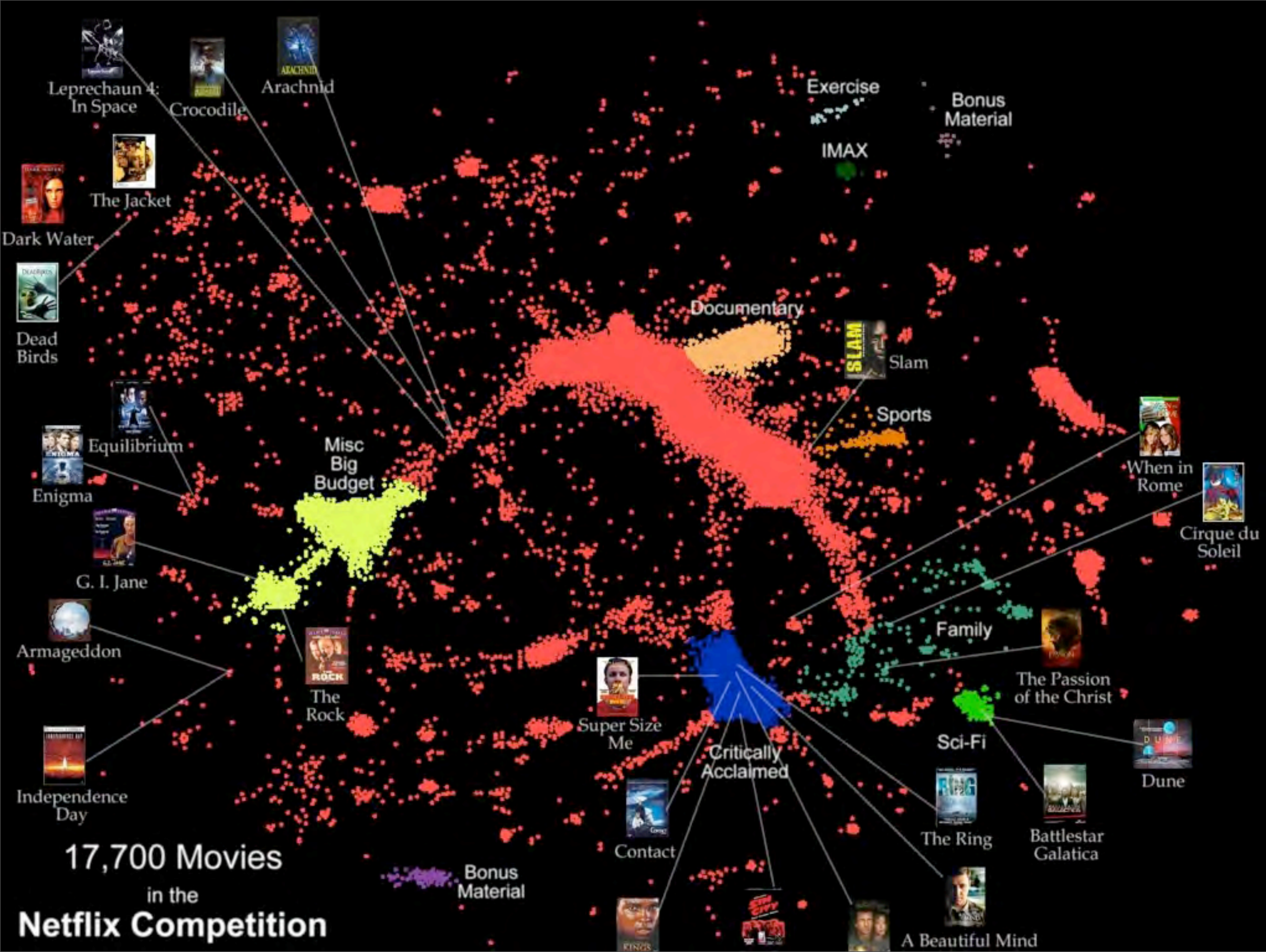
Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.3, Die... von Hergé
★★★★☆ (4) EUR 9,00

Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.4, Der... von Hergé
★★★★☆ (10) EUR 9,00

Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.5, Der... von Hergé
★★★★☆ (4) EUR 9,00

Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.6, Die... von Hergé
★★★★☆ (3) EUR 9,00

Tim und Struppi, Carlsen Comics, Neuauflage, Bd.7, Die... von Hergé
★★★★☆ (5) EUR 9,00



Warum gibt es bisher keine Recommender Systeme bei Bildsuchsystemen?

Es ist schwierig die vielen Bilder in Beziehung zu setzen,

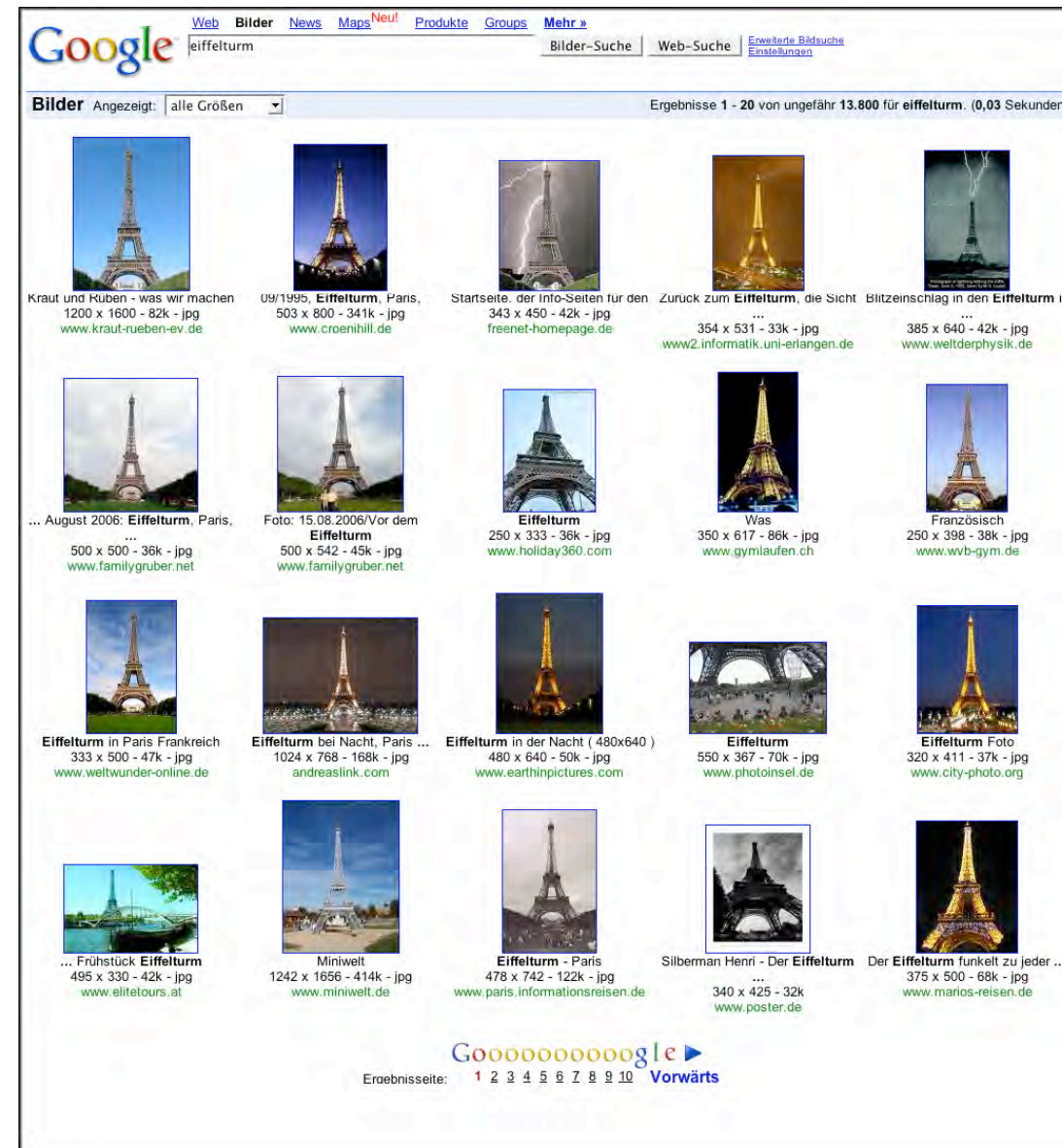
- da im Vergleich zu Produkten / Büchern die Bildmengen extrem viel größer sind.
- da bei Bildagenturen meist nur ein Bild zu einem Thema gekauft wird,
- da die Nutzerinteraktion bei herkömmlichen Bildsuchsystemen nicht sinnvoll erfasst werden kann,
- da nur ein verschwindend kleiner Bruchteil der Bilder betrachtet wird.



Kollaborative Bildsuche



Herkömmliche (Internet-)Bildsuche



Schlagwortsuche: „Eiffel Tower“

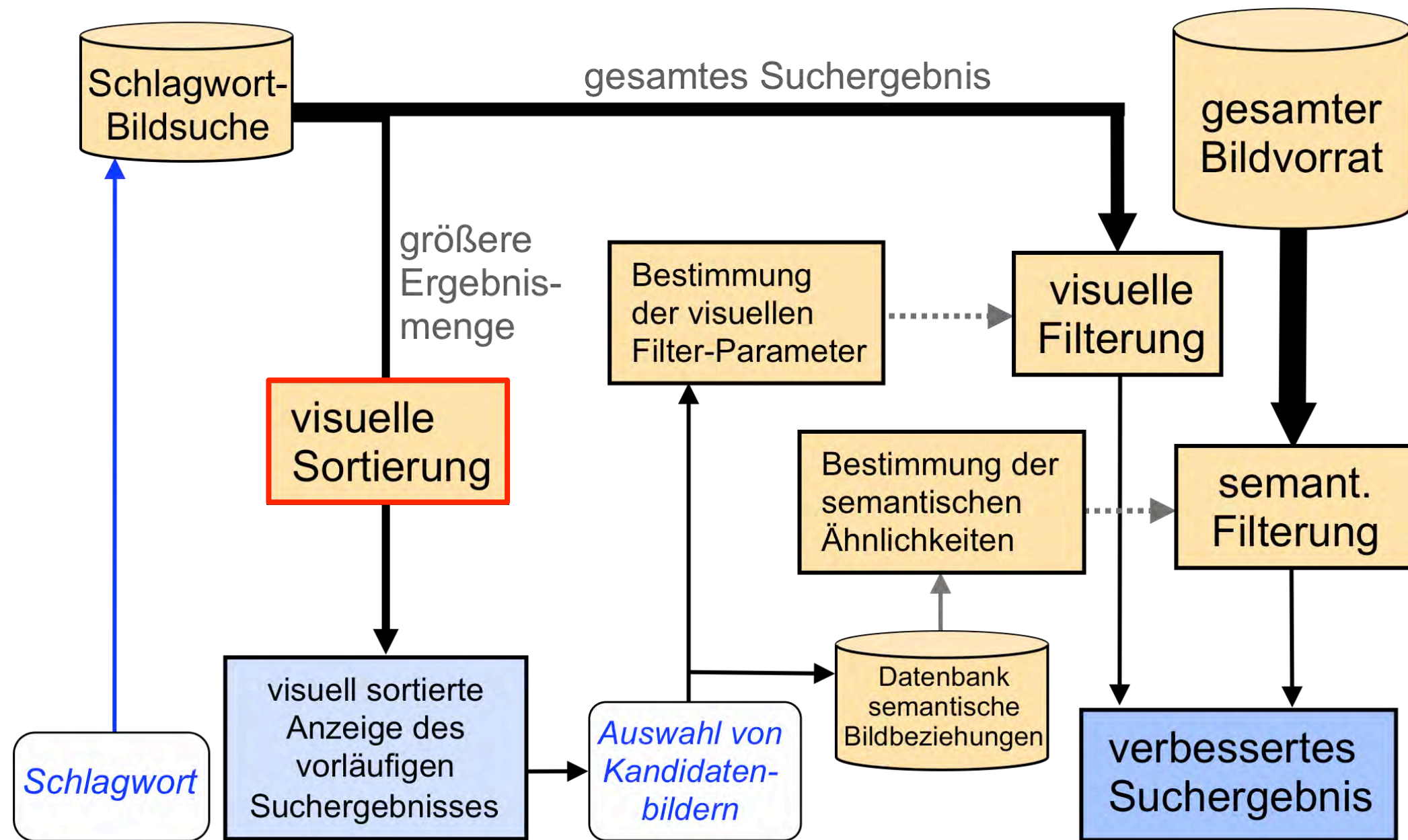


Ideen des neuen Verfahrens

- ❑ Kombination der Schlagwortsuche und der inhaltsbasierten Bildsuche
- ❑ Die Techniken der inhaltsbasierten Bildsuche werden nicht nur zur Suche sondern auch zum visuellen Sortieren der Bilder eingesetzt.
- ❑ Erstmalige Verwendung eines kollaborativen Bildsuchesystems: Beim Lernen der semantischen Beziehungen zwischen den Bildern wird den Schlagwörtern nicht vertraut. Bildbeziehungen werden ausschließlich aus der Nutzerinteraktion gelernt.



Kollaboratives Bildsuchsystem



1. Automatische visuelle Bildsortierung

Vorteile der visuellen Bildsortierung:

- ❑ Gegenüber einer unsortierten Darstellung von Bildern können Menschen eine um ein Vielfaches größere Menge von Bildern gleichzeitig erfassen.
- ❑ Gesuchte Bilder werden deutlich schneller (wieder) gefunden.



1. Automatische visuelle Sortierung

400 Ergebnisbilder einer “Eiffelturm”-Google-Bildersuche



Unsortierte Darstellung
(Originalreihenfolge von Google)



Visuell sortierte Darstellung
der identischen Bildmenge

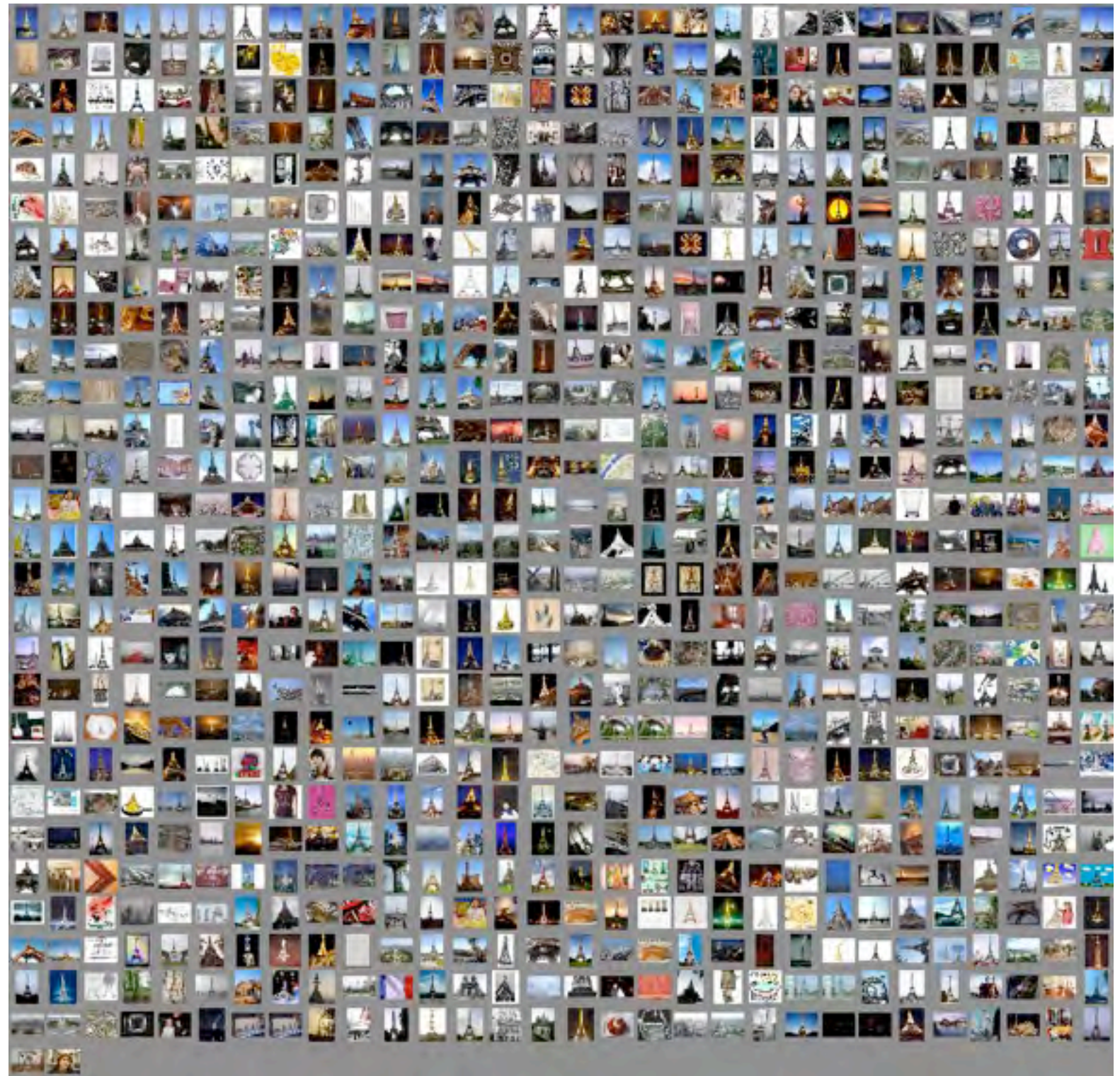


832 Ergebnisbilder visuell sortiert

Visuell ähnliche Bilder sind nah beieinander positioniert.

Bereiche mit „interessanten Bildern“ können schnell identifiziert und vergrößert werden.

Aus den „interessanten Bildern“ können Beispiele für eine verfeinerte Ähnlichkeitssuche ausgewählt werden.

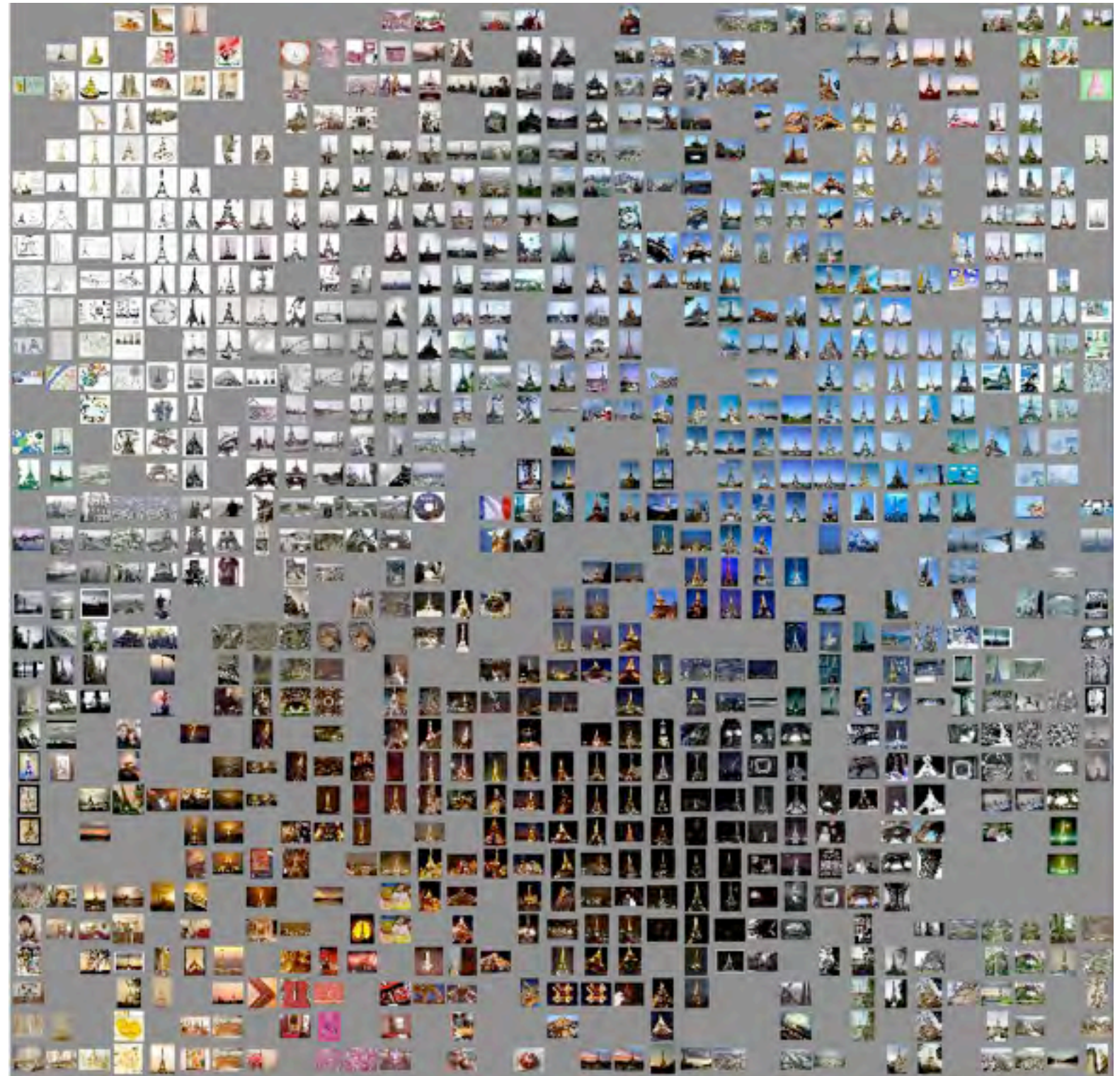


832 Ergebnisbilder visuell sortiert

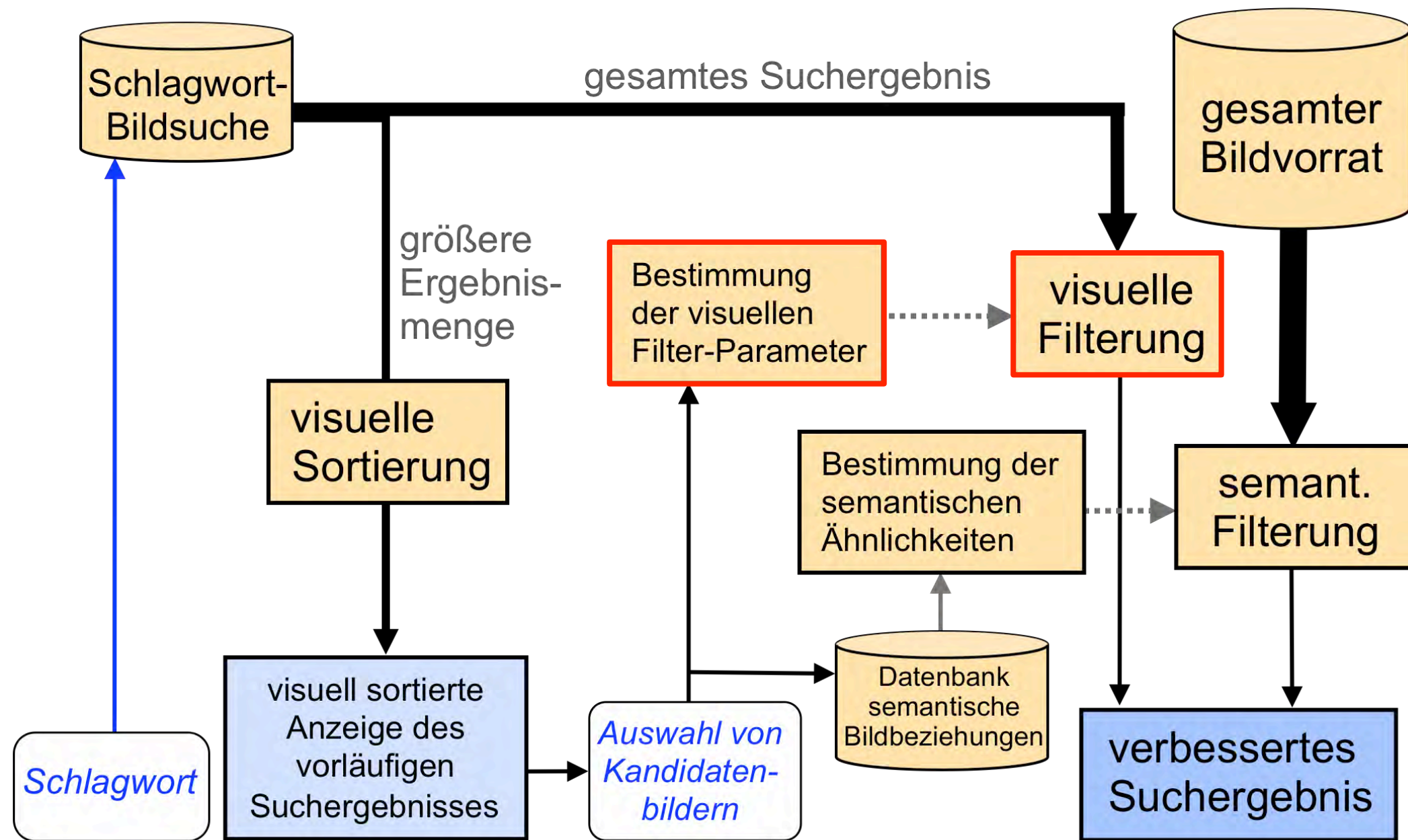
Visuell ähnliche Bilder sind nah beieinander positioniert.

Bereiche mit „interessanten Bildern“ können schnell identifiziert und vergrößert werden.

Aus den „interessanten Bildern“ können Beispiele für eine verfeinerte Ähnlichkeitssuche ausgewählt werden.



Kollaboratives Bildsuchsystem



2. Bildsuche nach visuellen Ähnlichkeiten

Zu Beispielsbildern lassen sich sehr schnell ähnliche Bilder aus extrem großen Bildmengen extrahieren.



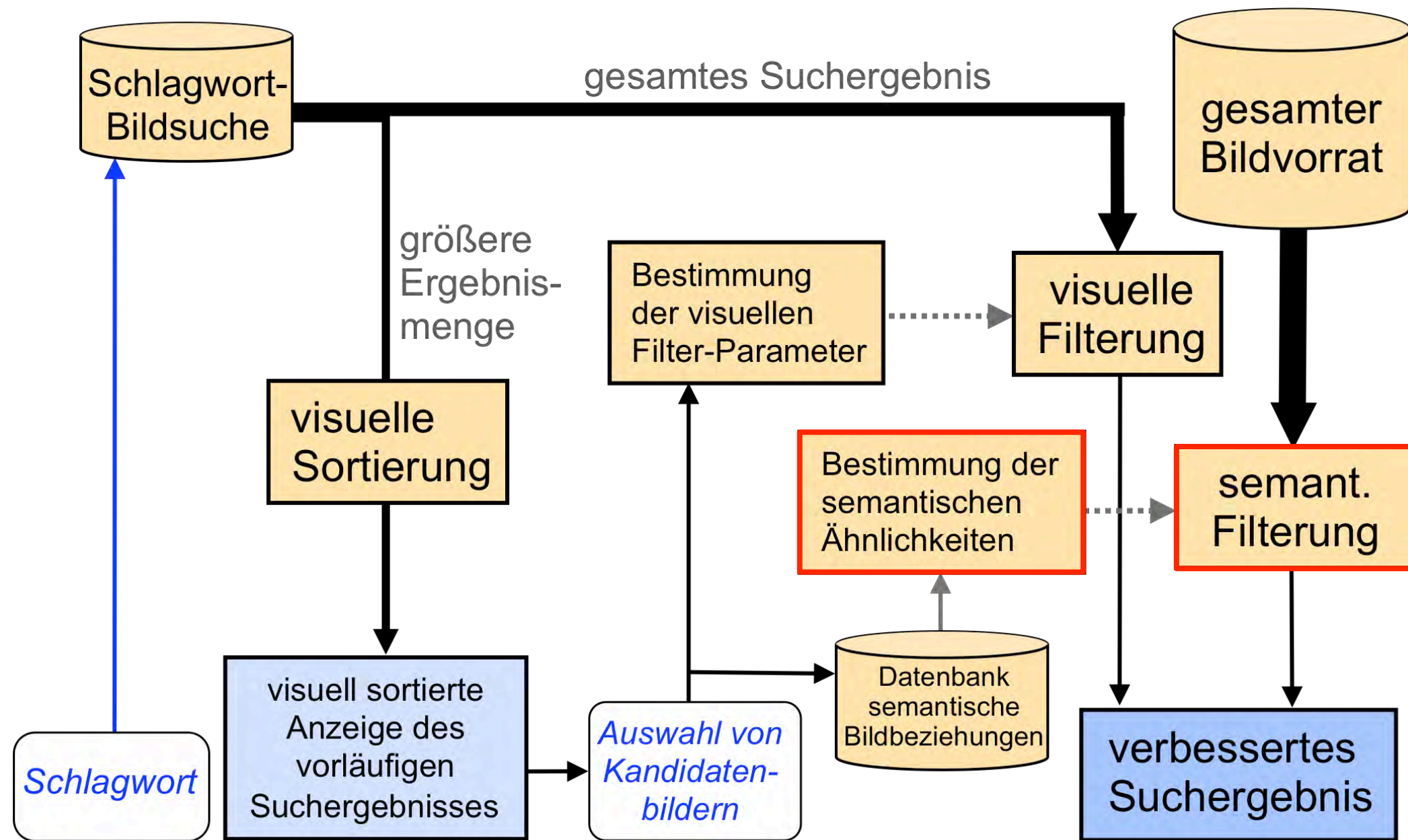
Beispielsbild



visuell ähnliche Bilder



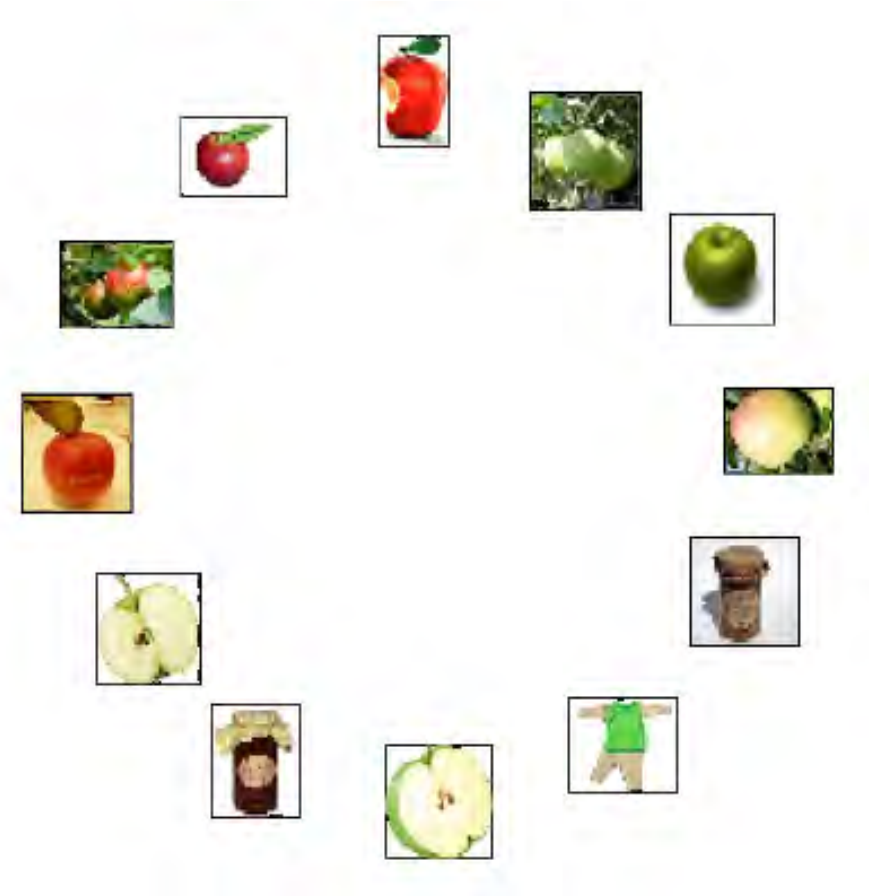
Kollaboratives Bildsuchsystem



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten I

Erlernen von
semantischen
Ähnlichkeitsbeziehungen
zwischen Bildern aus dem
Verhalten der suchenden
Nutzer.

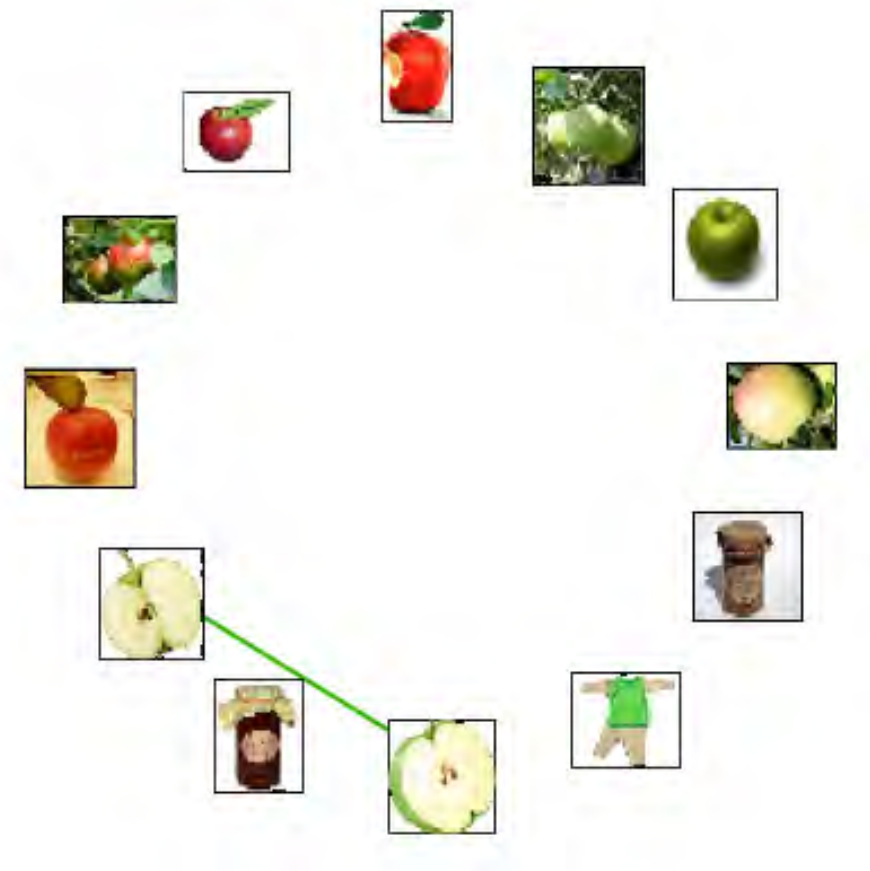
Bildbeziehungen werden durch gewichtete Links beschrieben.



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten I

Erlernen von semantischen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Bildern aus dem Verhalten der suchenden Nutzer.

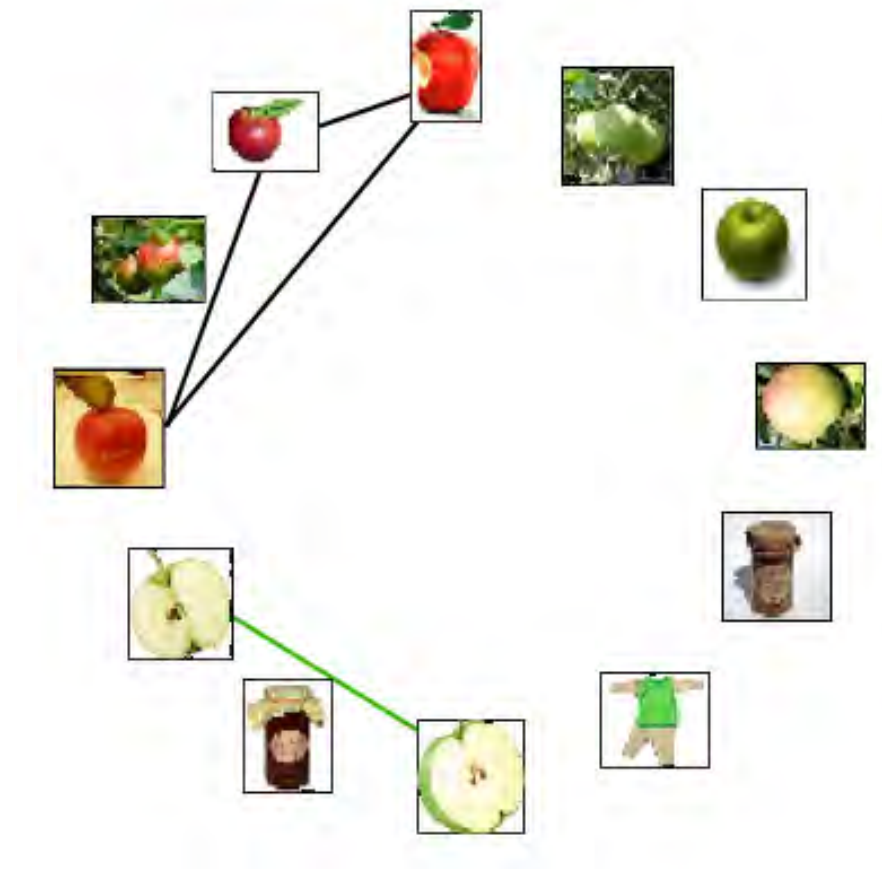
Bildbeziehungen werden durch gewichtete Links beschrieben.



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten I

Erlernen von semantischen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Bildern aus dem Verhalten der suchenden Nutzer.

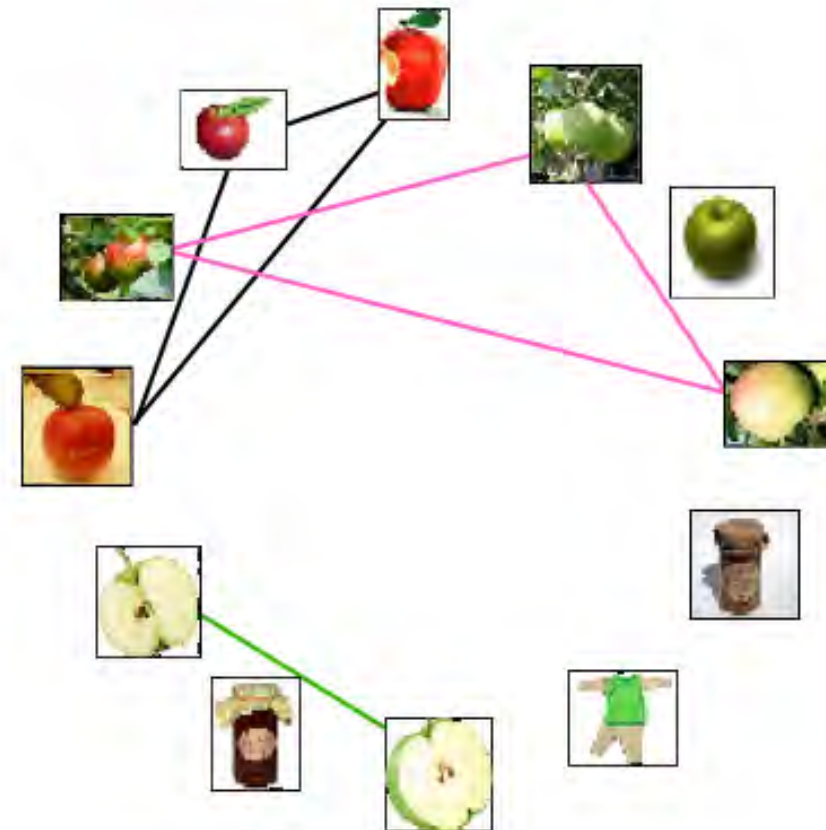
Bildbeziehungen werden durch gewichtete Links beschrieben.



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten I

Erlernen von
semantischen
Ähnlichkeitsbeziehungen
zwischen Bildern aus dem
Verhalten der suchenden
Nutzer.

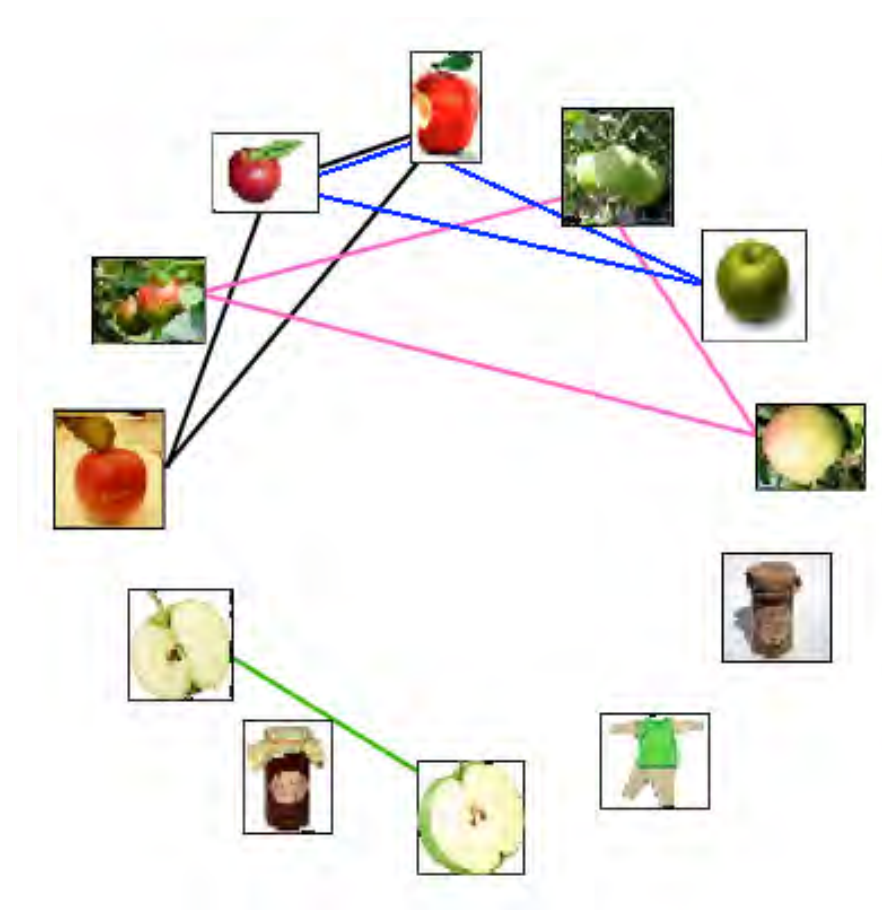
Bildbeziehungen werden durch gewichtete Links beschrieben.



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten I

Erlernen von semantischen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Bildern aus dem Verhalten der suchenden Nutzer.

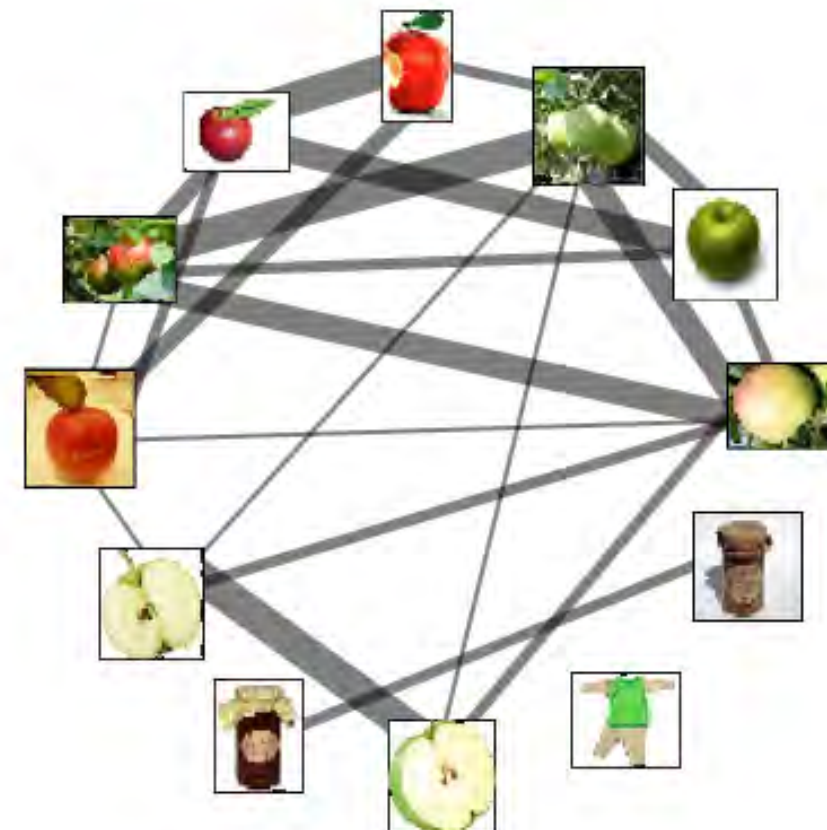
Bildbeziehungen werden durch gewichtete Links beschrieben.



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten I

Erlernen von semantischen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Bildern aus dem Verhalten der suchenden Nutzer.

Bildbeziehungen werden durch gewichtete Links beschrieben.



pixolu²

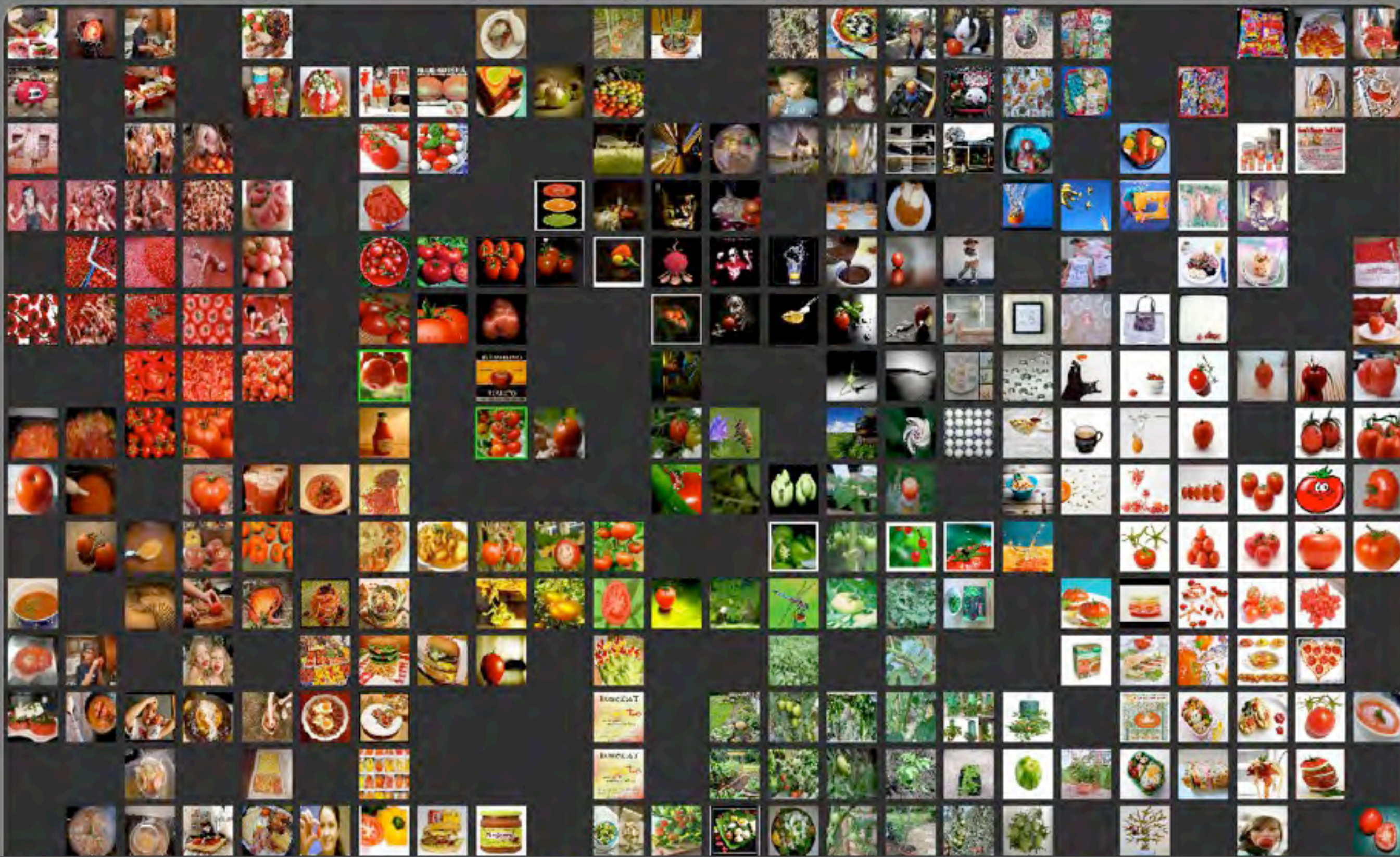
Searching for:
tomato

Get More Pics

Get
similar
Pics



Processed Images: 305

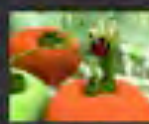
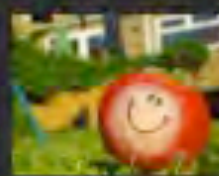
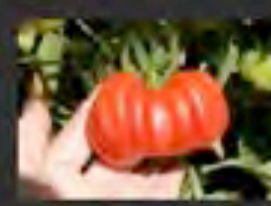


pixolu²

Searching for:

New Search

Get similar Pics





Einstellungen

Die 40 größten Cluster

Nodes: 34790, Edges: 318109

Suche nach einem Node

Random

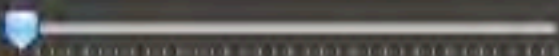
Sichtweite anpassen (fok. Node)



Abstand der Nodes anpassen



Schwellenwert anpassen



Layout anpassen

Auto Layout

Statistik

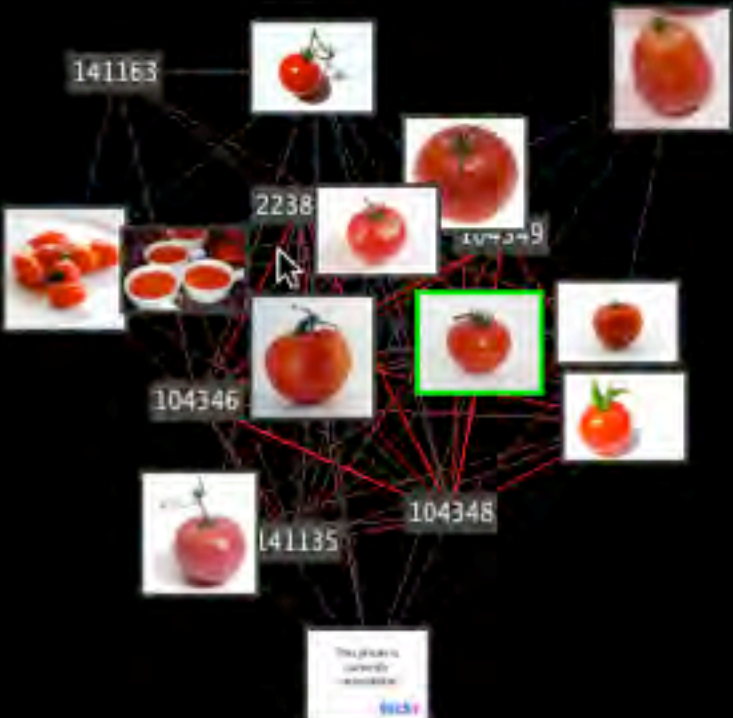
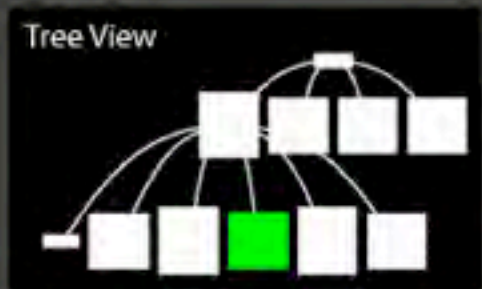
Header Global

Cluster	39.985
Knoten	255.095
Verbindungen	1.386.610
Gewichtung	1/84 (1,68)

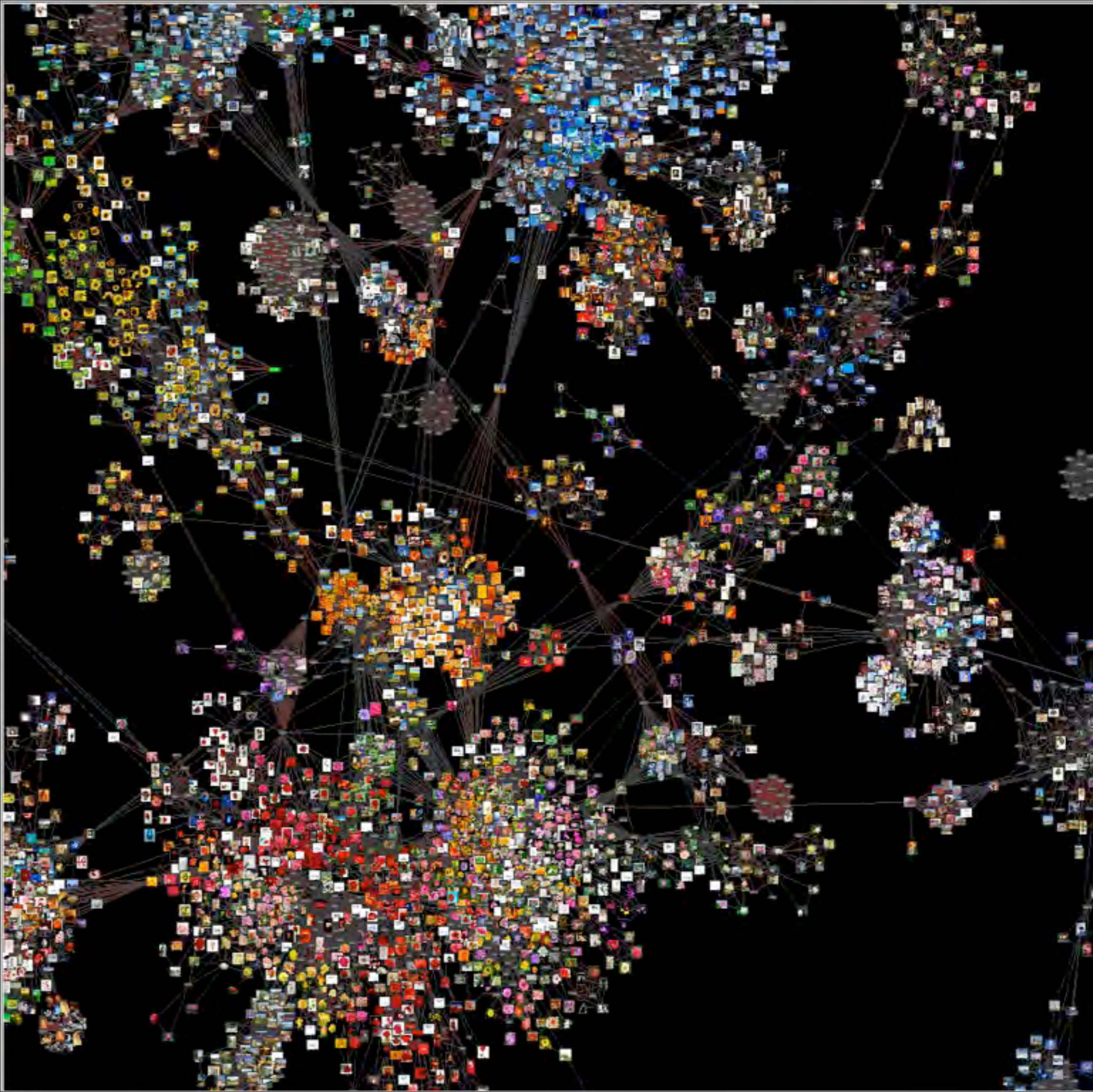
Header Cluster

Knoten	309
Verbindungen	1.539
Vermaschung	3 %
Gewichtung	1/35 (2,06)

Tree View









New Algorithm 

Settings Rank! 



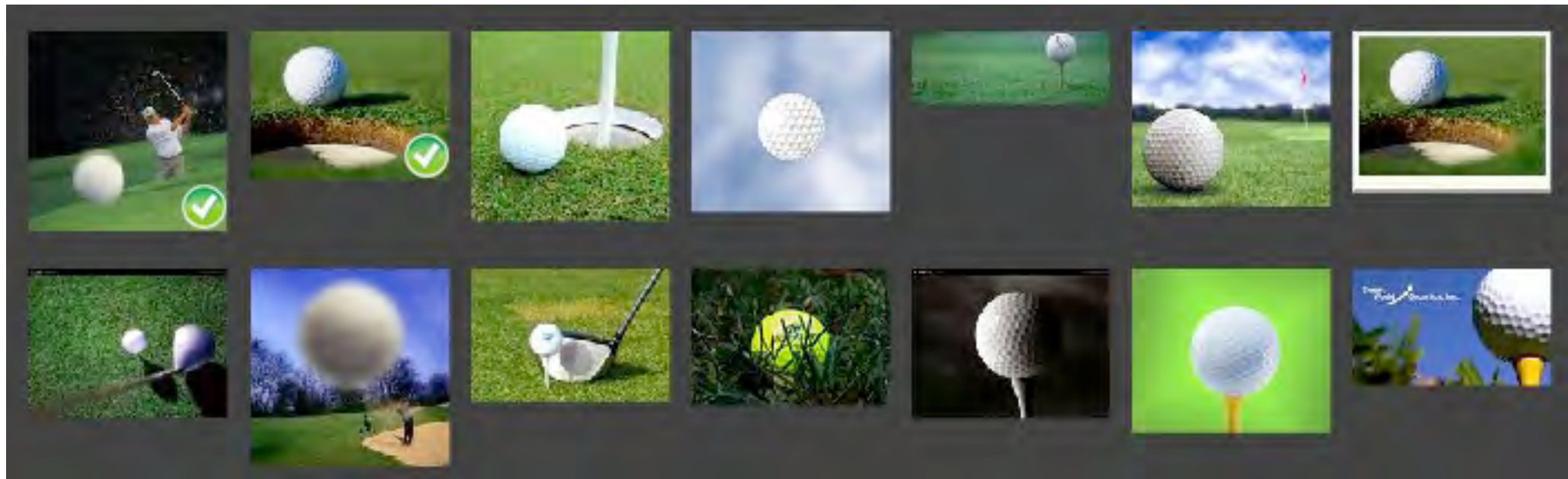
Demo

www.pixolu.de



3. Semi-automatisches Erlernen von semantischen Bildähnlichkeiten II

Anhand der gelernten semantischen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den Bildern können den Nutzern ähnliche Bilder vorgeschlagen werden, so wie man dies z. B. vom Buchkauf im Internet kennt.



Zusammenfassung

- ❑ Die visuelle Sortierung erlaubt das gleichzeitige Betrachten und Durchsuchen von sehr großen Bildmengen.
- ❑ Nach der Auswahl einiger Beispielbilder, können gezielt weitere visuell ähnliche Bilder ermittelt werden.
- ❑ Aus dem Verhalten der Nutzer erlernt das Suchsystem sukzessive die semantischen Beziehungen der Bilder und macht Vorschläge für weitere ähnliche Bilder.
- ❑ Der Einsatz in großen Bildbeständen schafft automatisch Ordnung und vernetzt die Bilder Sprach- und Schlagwort- unabhängig.
- ❑ Ausblick: Visuelles Navigieren in großen Bildbeständen



Kann man die Verfahren testen?

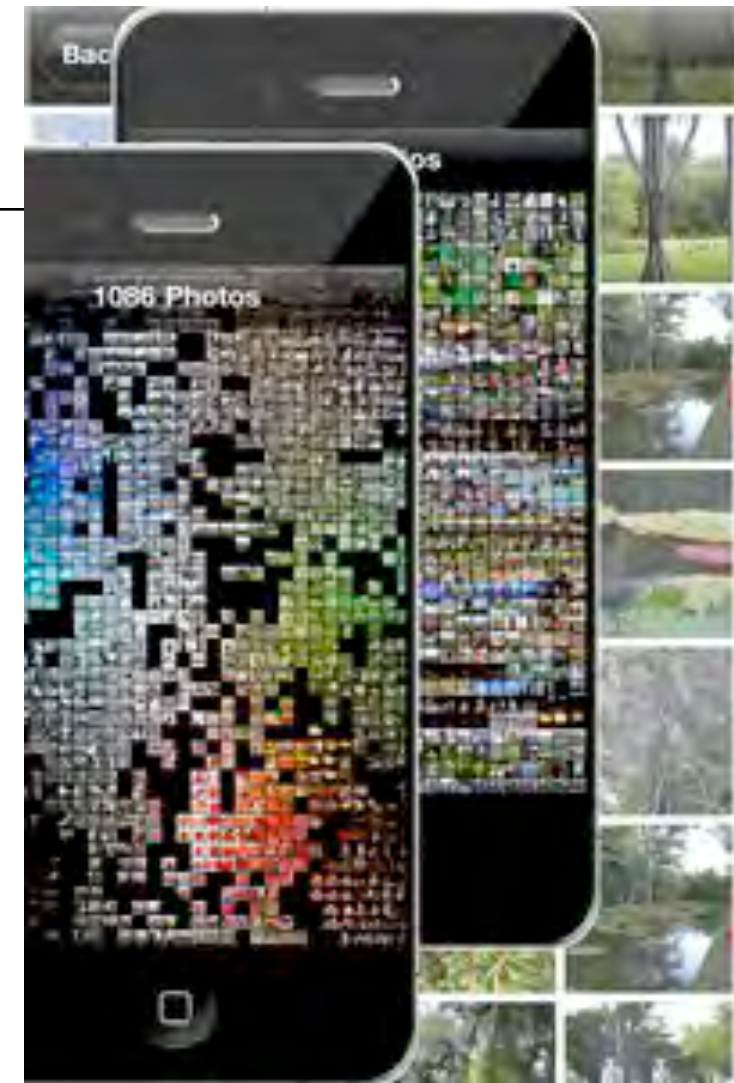
- ❑ Freie Demosoftware zum visuellen Sortieren und visuellem Suchen von Bildern: „ImageSorter“
- ❑ Prototyp eines Internet-basierten Bildsuchsystems, das unsere Techniken einsetzt: www.pixolu.de
- ❑ Unsere Webseite mit weiteren Demos: www.pixolution.de



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.pixolution.de

barthel@pixolution.de
barthel@htw-berlin.de



Unsere
iPhone App:
visolu

