Information Retrieval

06 - Evaluation von IR-Systemen

Philipp Schaer, Technische Hochschule Köln, Cologne, Germany

Version: 2022-05-05

Technology
Arts Sciences
TH Köln

Leitfragen für heute

Orga-Time

- Erster Online-Moodle-Test! Aktuell: 18 erfolgreiche Bearbeitungen.
- Nächste Woche: Projektewoche – Keine Veranstaltung!
- Danach: Probeklausur hier vor Ort!

Indexierung

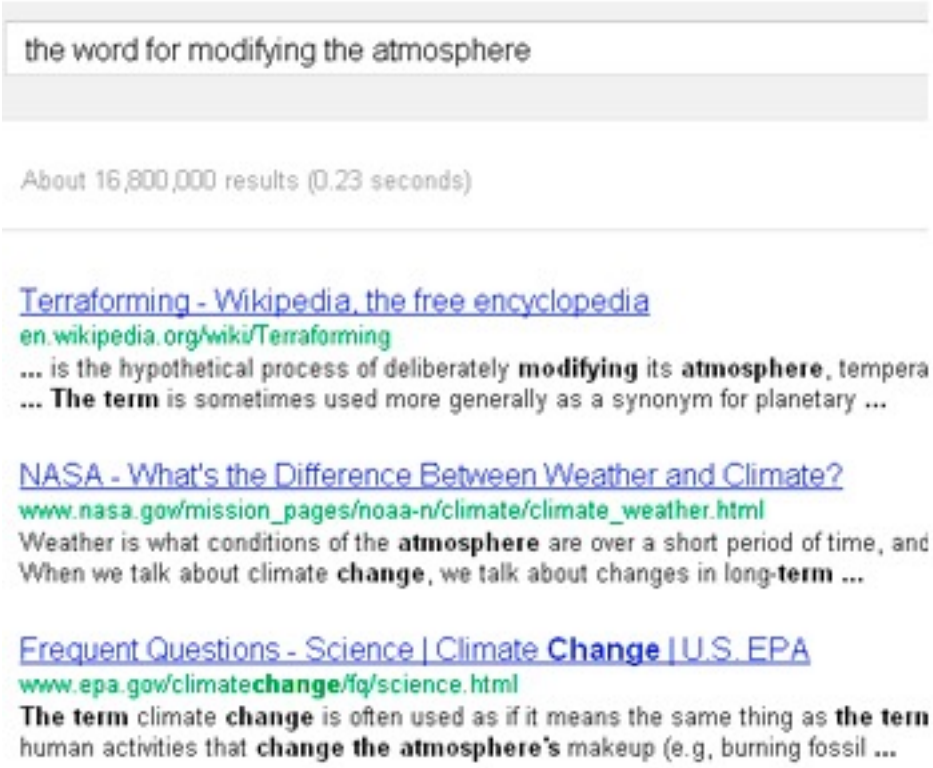
- Restliche Themen der letzten Woche aufholen

IR-Evaluation

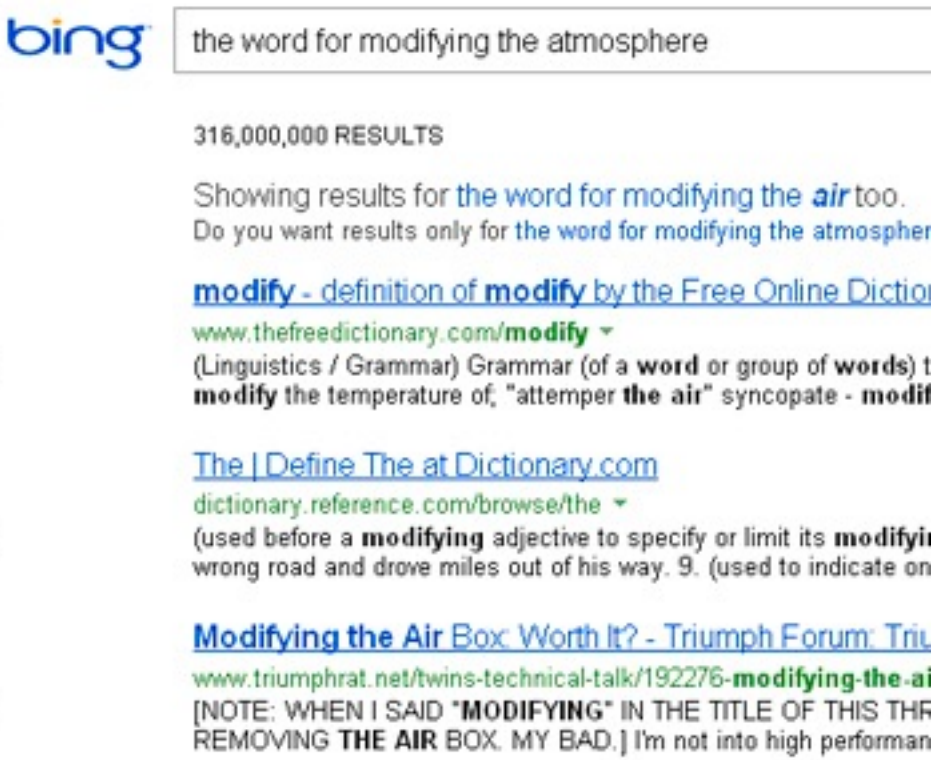
- Vergleich unterschiedlicher Ansätze/Systeme – Warum?
- … und vor allem: Wie?
- Maßzahlen

"The word for modifying the atmosphere"

Google



Bing



Was können wir messen?

Geschwindigkeit der Indexierung

- Anzahl der Dokumente pro Stunde

Geschwindigkeit der Suche

- Steigt die Suchzeit mit Größe des Index?

Ausdruckskraft der Anfragesprache

- Möglichkeit komplexe Informationsbedürfnisse auszudrücken
- Geschwindigkeit komplexer Anfragen

Verständlichkeit der Benutzungsoberfläche

- usw.

Zufriedenheit des Benutzers

Die **Zufriedenheit des Benutzers** wurde bisher vernächlissigt!

- Problem: Wer ist der Benutzer?
- Dies ist immer abhängig vom Einsatz und Anwendungsfall

Fall A: Websuchmaschine

- Benutzer findet, was er sucht und kommt wieder zurück zur Websuchmaschine → Anzahl der wiederkehrenden Nutzer

Fall B: eCommerce-Webseiten (z.B. Amazon etc.)

- Benutzer finden gewünschte Produkte → Anzahl der Käufe

Fall C: Firmenwebseiten

- Benutzer finden Firmeninformationen (z.B. Vertragsdokumente) → Gesparte Zeit, Aufwand

Fall X: ...

„Qualitätsmessung“

Fachgruppe IR / Gesellschaft für Informatik:

„… ergibt sich die Notwendigkeit zur Bewertung der Qualität der Antworten eines Informationssystems, wobei in einem weiteren Sinne die **Effektivität des Systems in Bezug auf die Unterstützung des Benutzers bei der Lösung seines Anwendungsproblems** beurteilt werden sollte.“

Gebraucht werden:

1. **Faktoren**, die den **Einfluss des Systems** messen
2. **Anwendungsprobleme** der Benutzer
3. **Unterstützung des Systems** bei der Lösung

Gesellschaft für Informatik

https://fg-retrieval.gi.de/ueber-die-fachgruppe/

Systemfaktoren für Effektivität

- Auswahl der Dokumente
- Dokumentformate
- Dokumentaufbereitung
- Indexierungsmethode (IR-Algorithmus)
- Anfrageaufbereitung
- Darstellung der Ergebnisse

Anwendungsprobleme & Unterstützung

- Anwendungsprobleme = Anfragen an das System
- Unterstützung des Systems bei der Lösung = Ergebnislisten von Dokumenten

→ **Vergleich der Ergebnislisten**

Evaluationsszenarios im IR

Wie kann man die Effektivität von Systemen vergleichen?

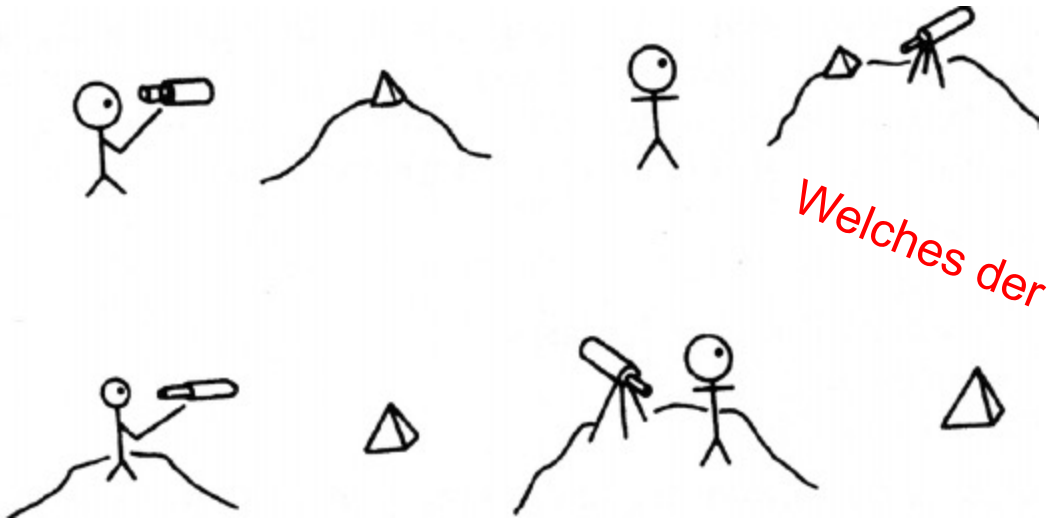
- **Gleiche Anfragen**
- **Gleiche Dokumentkollektion** (gleiche Chance, die „richtigen Dokumente“ zu finden)
- **Relevanzentscheidung für Dokumente** in Ergebnislisten

Wann ist ein Dokument „relevant“ auf eine Anfrage?

- Enthält alle Terme der Anfrage?
- Beantwortet den Informationsbedarf aus der Anfrage?
- Beantwortet das reale Informationsbedürfnis des Suchers?
- Ist neu für den Sucher?

Relevanz ist ein grundlegendes Problem

- „The man saw the pyramid on the hill with the telescope.“
- Viele Interpretationen dieses Satzes sind denkbar...



Welches der Bilder ist relevant?

Bild aus Vickery & Vickery, 2004

Relevanz und das Sprachproblem

Informationsbedürfnis 1	≠	Informationsbedürfnis 2
Anfrage	≠	Informationsbedürfnis
Relevanz 1	≠	Relevanz 2
Relevanz t(n)	≠	Relevanz t(n+1)

Nutzer ist sich im Unklaren:

- über eigenen Informationsbedarf
- wie das Anliegen formuliert werden kann
- was abgesucht wird
- was erwartet wird
- ob relevante Ergebnisse gefunden wurden
- ob alle wichtigen Ergebnisse gefunden wurden

Unterschiedliche Ebenen der Relevanz

Situative Relevanz

- Tatsächliche Nützlichkeit einer Informationseinheit in einer konkreten Situation gemeint.

Subjektive Relevanz (bzw. Pertinenz)

- Die Nützlichkeit einer Informationseinheit für eine Person mit einem bestimmten Informationsbedürfnis.

Objektive Relevanz

- Keine subjektive Einschätzung einer Person, sondern mehrere Einschätzungen unterschiedlicher Personen (Abschwächung pers. Präferenzen)

Systemrelevanz

- Die algorithmische Berechnung der Relevanz durch ein IR-System. Hierbei handelt es sich nur um einen Schätzwert des Systems, der auch mit dem Begriff RSV (Retrieval Status Value) abgekürzt wird.

Relevanzentscheidungen

Relevanz ist subjektiv – wie kann sie objektiv bewertet werden?

- Nur „**topical relevance**“ (Dokument passt zu Fragestellung)
- **Objektivitätskriterium** (relevant für Informationsbedarf in Anfrage, nicht Nutzer)
- **Unabhängigkeitskriterium** (jedes Dokument wird separat betrachtet, unabhängig vom vorgehenden Dokumenten)
- **Mehrfachbewertung** durch verschiedene Personen (sogenannte Assessoren)
- Binärentscheidung oder abgestufte Entscheidungen möglich

http://www.itl.nist.gov/iad/photos/assessors.html

Standardtests im IR

Ende 1950er: Cranfield-Studien

- Cyril Cleverdon (Bibliothekar!)
- 1,400 Dokumente
- 279 Anfragen (Aufgabe: **ad-hoc Retrieval**)
- **Alle Dokumente für jede Anfrage relevanzbewertet** (abgestuft)
- 6 Studenten, 3 Monate – Überprüfung durch Wissenschaftler
- http://ir.dcs.gla.ac.uk/resources/test_collections/cran/

Alle drei Elemente (**Dokumente**, **Topics** und **Relevanzbewertungen**) zusammen bilden eine **Test-Kollektion** und können von Forschern genutzt werden um neue Systeme damit zu testen und zu evaluieren.

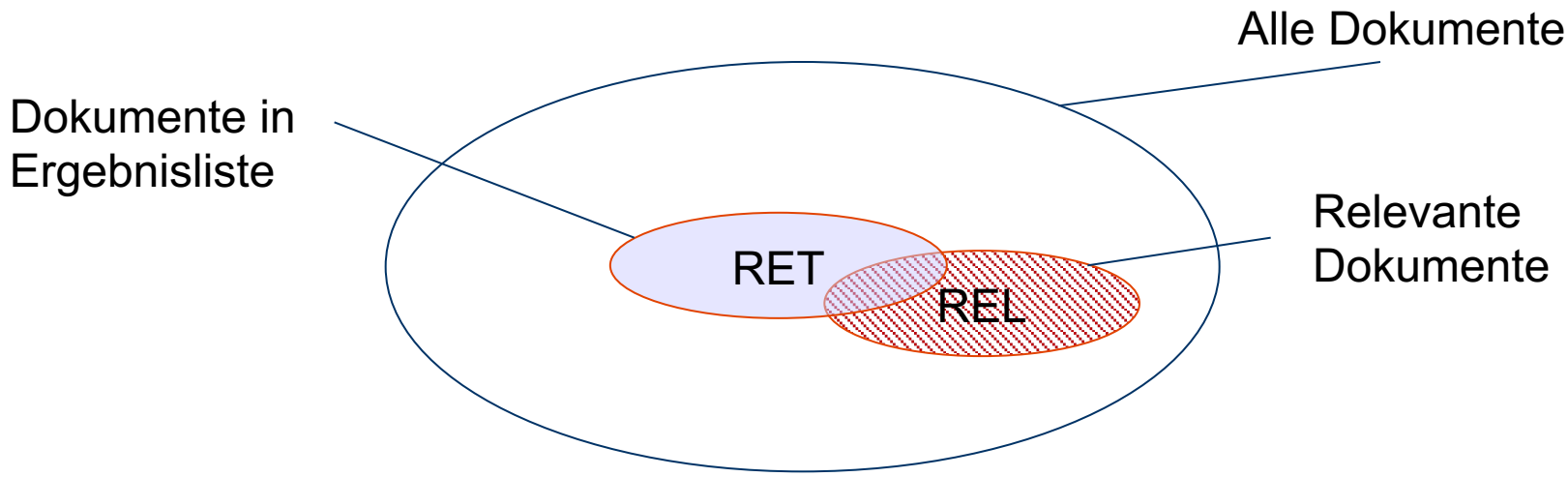
Maßzahlen für die Evaluation

- **Precision** (Treffergenauigkeit)

$$\mathcal{P} = \frac{|\mathrm{RET} \cap \mathrm{REL}|}{|\mathrm{RET}|}$$

- **Recall** (Treffervollständigkeit)

$$\mathcal{R} = \frac{|\mathrm{RET} \cap \mathrm{REL}|}{|\mathrm{REL}|}$$



Precision und Recall: Ein Beispiel

	Relevant	Nicht relevant
Gefunden	30	12
Nicht gefunden	14	44

Precision $P = 30 / (30 + 12) \approx 0{,}714$

Recall $R = 30 / (30 + 14) \approx 0{,}681$

Precision / Recall → F-Measure

Allgemein: „**Genauigkeit**“ vs. „**Vollständigkeit**“

Üblicher **Trade-off**: Recall hoch → Precision niedrig

- Auf welche Maßzahl sollte optimiert werden?
- Kombinierte Maßzahl: **F-Measure**

$$F = 2 * \frac{P * R}{P + R}$$

Precision und Recall im Ranked Retrieval

Bei großen Dokumentmengen: **gerankte Liste!**

→ Die „relevantesten Dokumente“ sollten oben stehen!

- Precision / Recall gemessen nach einer festgelegten Anzahl von Dokumenten (z.B. nach 10 oder 20 Dokumenten)
- Interpolierte Precision: nach einem bestimmten Recall-Wert (z.B. nach 50% der relevanten Dokumente gesehen)

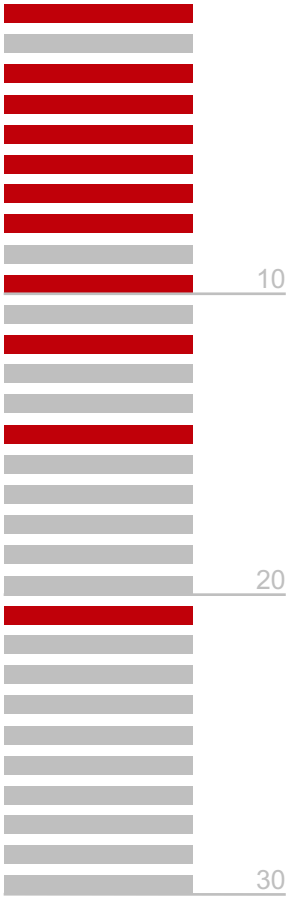
Precision-at-k

Wir wollen einheitliche Werte, die wir vergleichen können!

Precision könnte an festen Werten gemessen werden

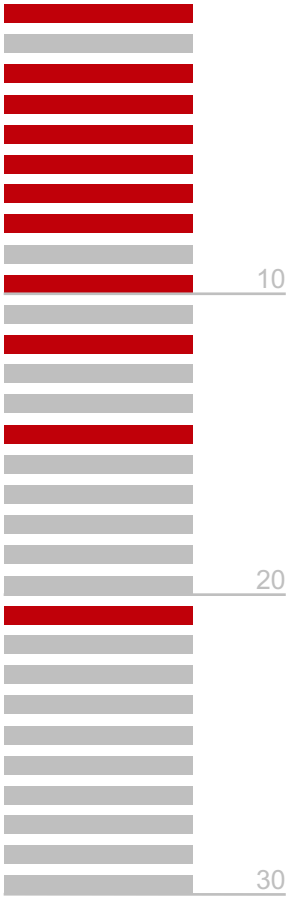
- **Precision-at-k:** Precision nach k Ergebnissen
- Sehr nah am **Nutzerbedürfnis**
  (z.B. Precision-at-10: Treffer auf der ersten Ergebnisseite)
- Nachteil: Kann schlecht verglichen werden, da stark schwankend.

Precision-at-k



k	P@k
1	1/1 = 1,0
2	1/2 = 0,5
3	2/3 = 0,67
4	3/4 = 0,75
5	4/5 = 0,8
10	8/10 = 0,8
20	10/20 = 0,5
30	11/30 = 0,37

Precision-at-k und Recall-at-k



k	P@k	R@k
1	1/1 = 1,0	1/20 = 0,05
2	1/2 = 0,5	1/20 = 0,05
3	2/3 = 0,67	2/20 = 0,1
4	3/4 = 0,75	3/20 = 0,15
5	4/5 = 0,8	4/20 = 0,2
10	8/10 = 0,8	8/20 = 0,4
20	10/20 = 0,5	10/20 = 0,5
30	11/30 = 0,37	11/20 = 0,55

Wir gehen davon aus, dass es
20 relevante Dokumente gibt!

R-Precision

R-Precision = Precision nach der Anzahl von relevanten Dokumenten (normalisiert über Anzahl der relevanten Dokumente)

- R-Precision = 0,33
- „Precision an der Stelle 3“

- R-Precision soll einen faireren Vergleich ermöglichen, als immer P@k an einer fixen Stelle.

# Dok	Precision	Recall
1	1,0	0,33
2	0,5	0,33
3	0,33	0,33
4	0,5	0,66
5	0,6	1,0
6	0,5	1,0

Annahme: Es existieren nur **drei relevante Dokumente** für diese Anfrage in der Kollektion.

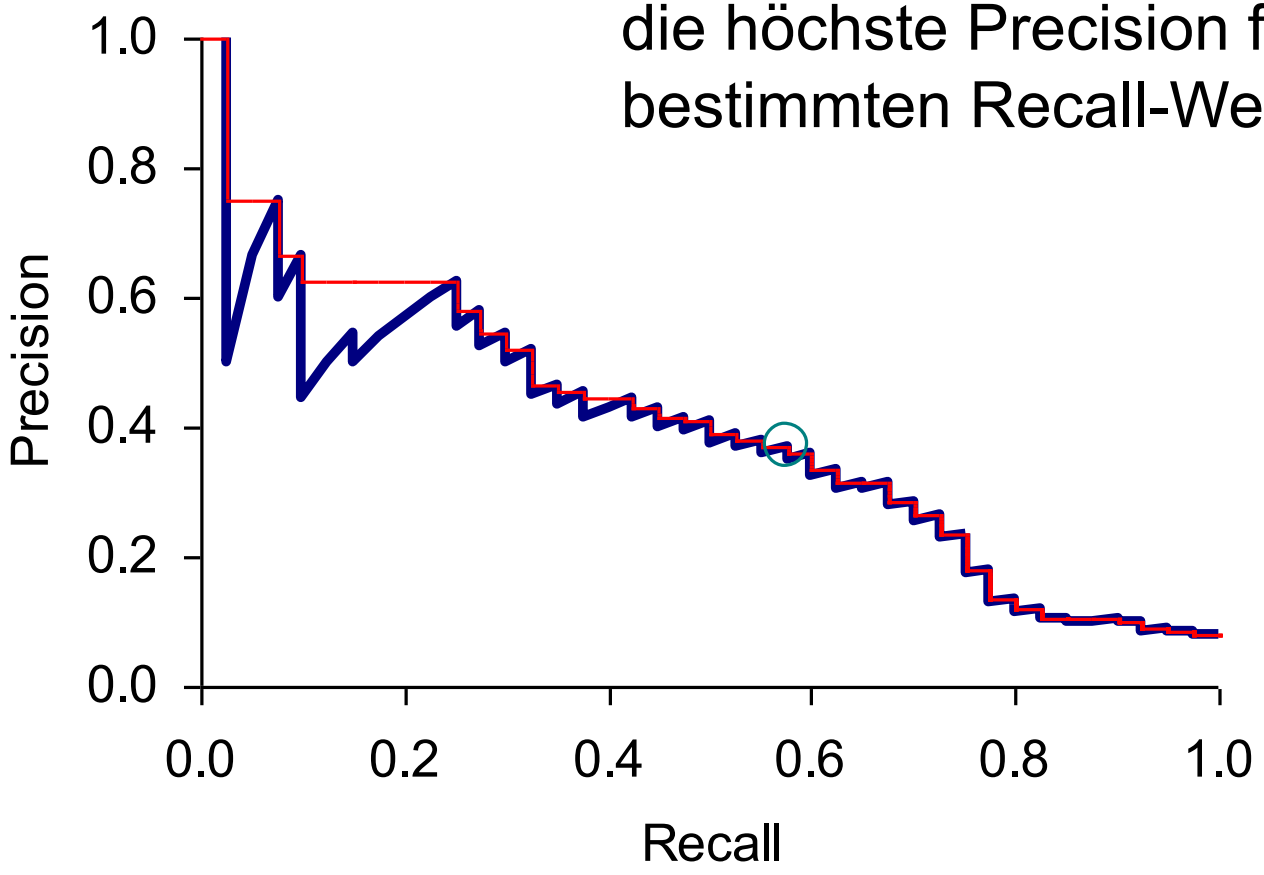
Precision-Recall-Graph

11-Punkt interpolierte Precision

- Die Standardmaßzahl bei frühen TREC-Studien
- Es werden 11 Precision-Werte ermittelt für die Recall-Level 0, 0,1, 0,2…1 (in 0,1er-Schritten)
- Diese Werte können über Anfragen hinweg gemittelt werden

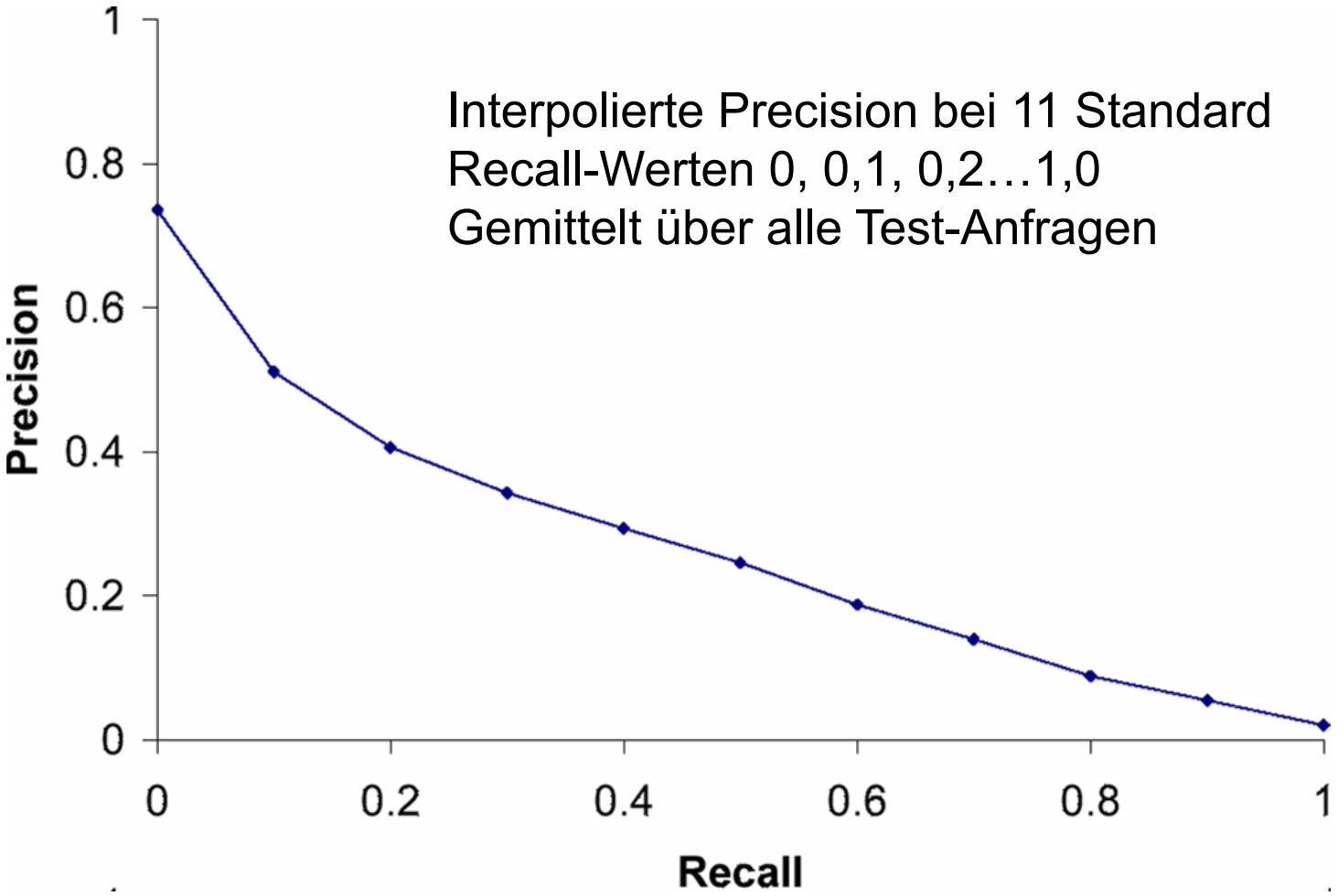
Precision-Recall-Kurve

→ Interpolierte Precision: immer die höchste Precision für einen bestimmten Recall-Wert



Grafik: Manning et al. (2009), S. 146

Average 11-point Precision-Recall-Graph



Grafik: Manning et al. (2009), S. 147

Average Precision (AP)

- **Standardwert** zum Vergleich
- **Robustheit** über verschiedenste Kollektionen
- **Ein Precision-Wert für alle Recall-Werte**
  - Für festgelegte Anzahl der Dokumente in Ergebnisliste (z.B. 1000)
  - Berechnung des Precision-Wertes nach jedem relevanten Dokument
  - Durchschnittswert über alle Precision Werte wird berechnet

Kann auch für mehrere Anfragen angewendet werden:

- Durchschnittswert über alle Anfragen wird berechnet
- Heißt dann **Mean Average Precision (MAP)**
- (eigentlich ein blöder Name...)

Beispiel für die AP-Berechnung

Zwei Systeme ranken Ergebnisse wie folgt:
(N = nicht-relevant, R = relevant; Sortierung von links nach rechts; es gibt nur zwei relevante Dokumente insgesamt)

- System 1: N R N N R
- System 2: R N R N N

Nach jedem relevanten Dokument wird nun die Precision bestimmt und anschließend durch die Anzahl der relevanten Dokumente geteilt.

- System 1: (1/2 + 2/5) / 2 = 0,45
- System 2: (1/1 + 2/3) / 2 = 0,83

Standardtests im IR

Heute: **Evaluationsinitiativen**, die Dokumentkollektionen, Testanfragen und Relevanzbewertungen bereitstellen

- Verschiedene **Aufgabenstellungen**: Tracks (ad-hoc, Question Answering, Interactive, Filtering, Image, Speech, Legal…)
- 25+ Anfragen / Topics, damit Testergebnisse signifikant sind
- Dokumente: Anzahl abhängig von Aufgabe
  (Web: 1 Mrd. Seiten oder mehr)
- Relevanzbewertungen über ein **Auswahlverfahren** (nicht alle Dokumente werden für jede Anfrage bewertet → **Pooling**!)

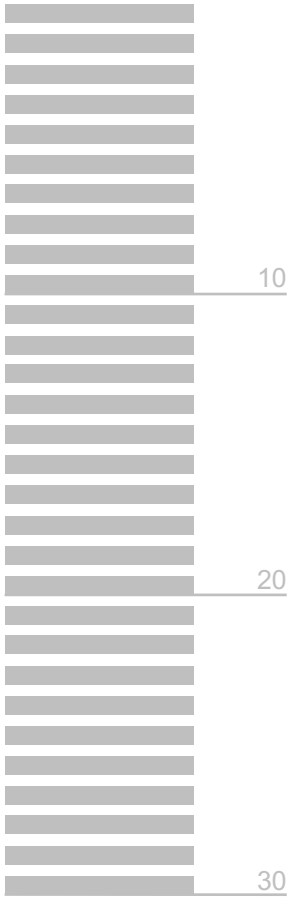
Das Pooling-Verfahren

Bei großen Evaluationskorpora/-kampagnen kann nicht nicht jedes Dokument für jede Anfrage bewertet werden, es wird daher mit dem sog. **Pooling-Verfahren** gearbeitet:

- Jeder Teilnehmer/jedes System sendet **seine Top k** (z.B. k=20)
- Die Organisatoren tragen alle **Top k**-Ergebnisse zusammen (der Pool) und merken sich jeweils, wer welches Ergebnis geliefert hat
- **Dubletten** werden zusammengeführt
- Nun wird der **Pool Relevanz-bewertet** (in zufälliger Reihenfolge)
- Für jeden Teilnehmer/jedes System ist nun jedes Dokument bewertet

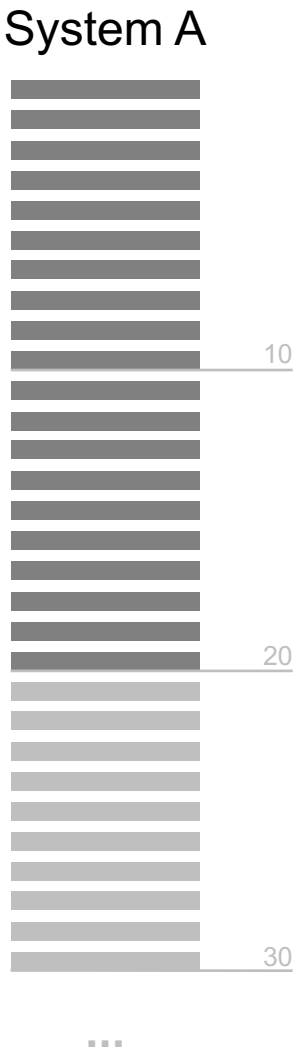
Das Pooling-Verfahren

System A

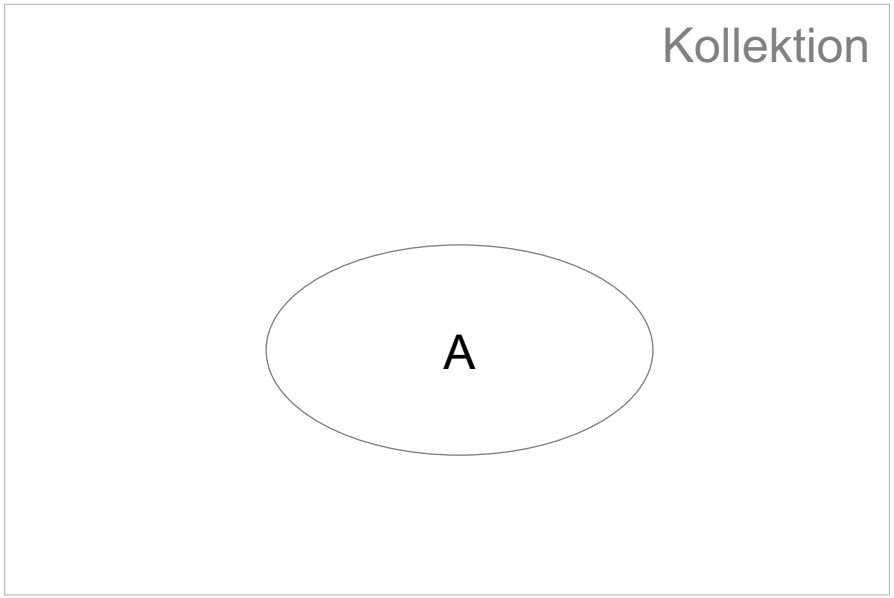


Kollektion

Das Pooling-Verfahren

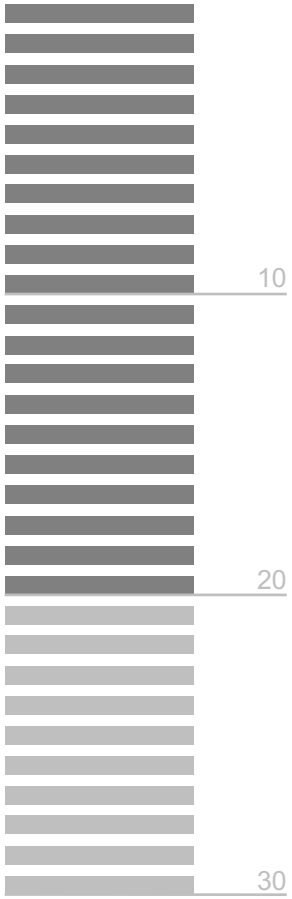


k = 20

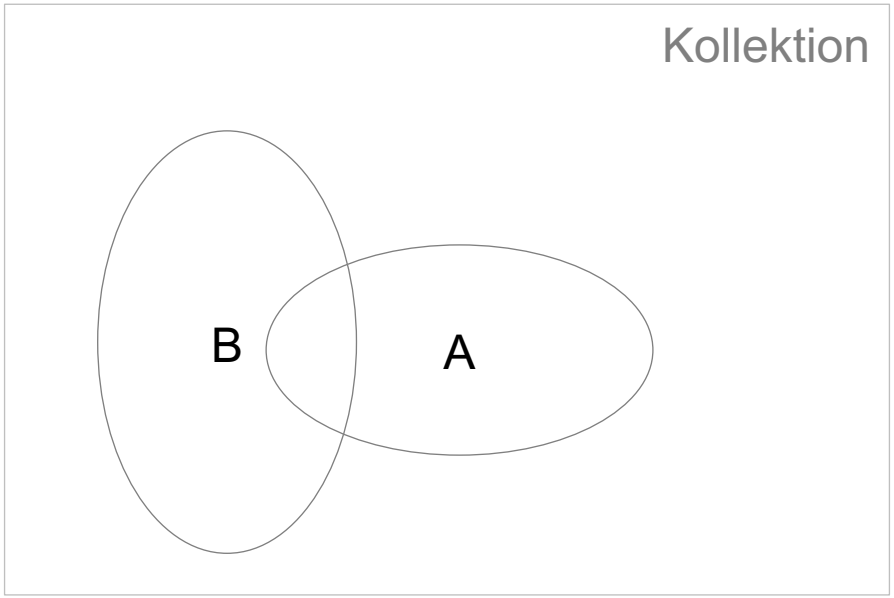


Das Pooling-Verfahren

System B

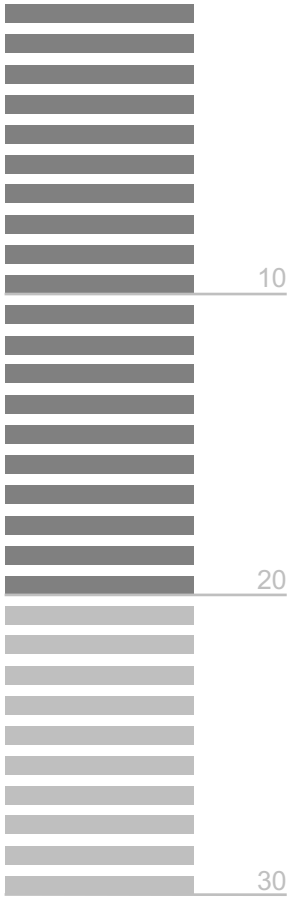


k = 20

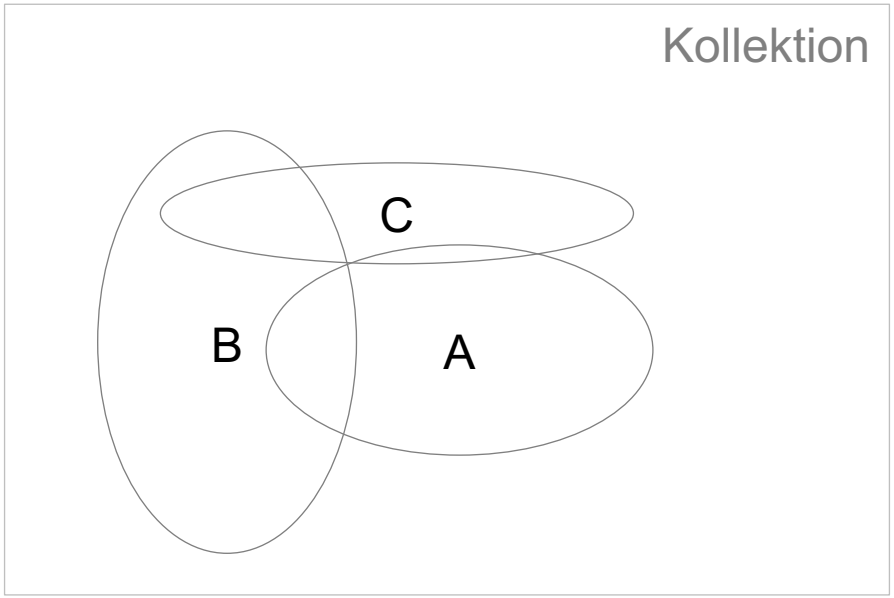


Das Pooling-Verfahren

System C

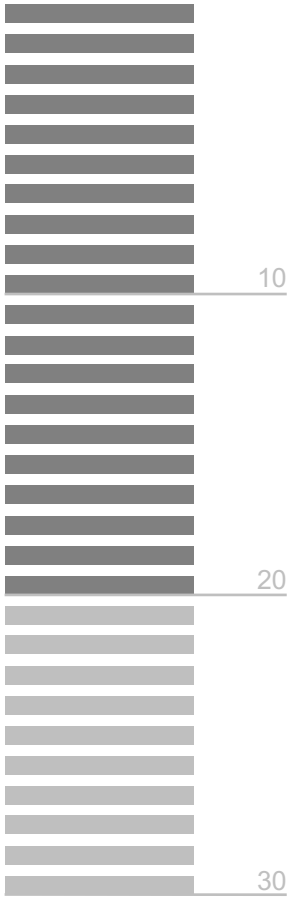


k = 20

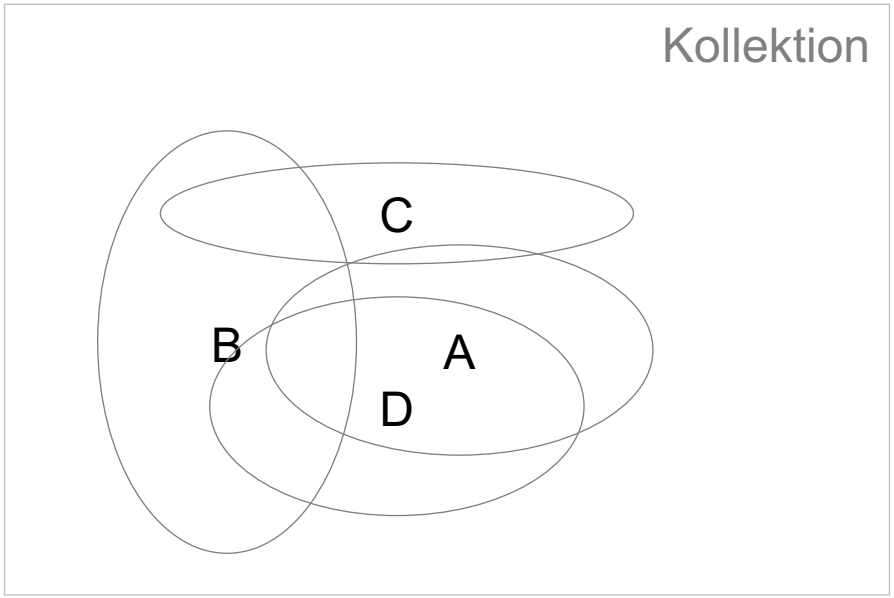


Das Pooling-Verfahren

System D

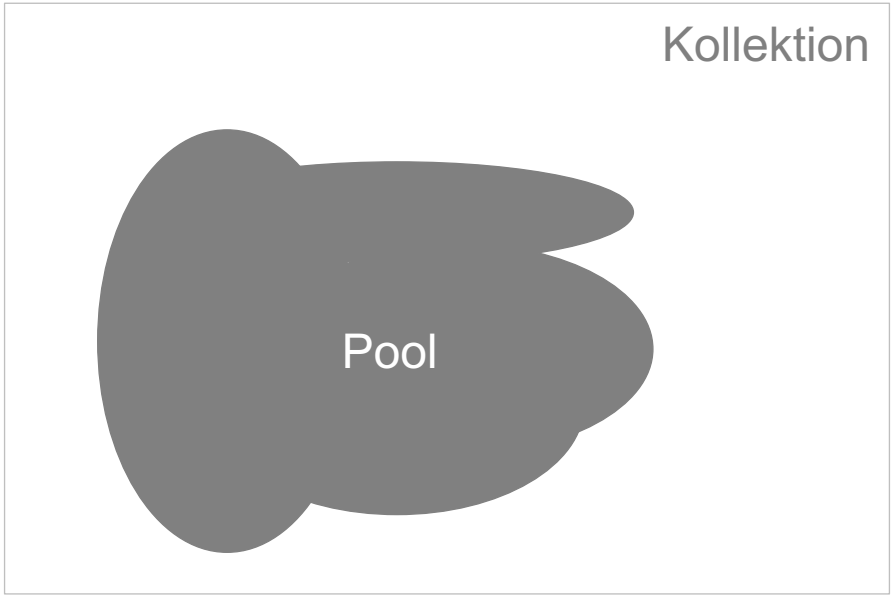


k = 20



Das Pooling-Verfahren

Wie viele Dokumente müssen die Assessoren max. bewerten?

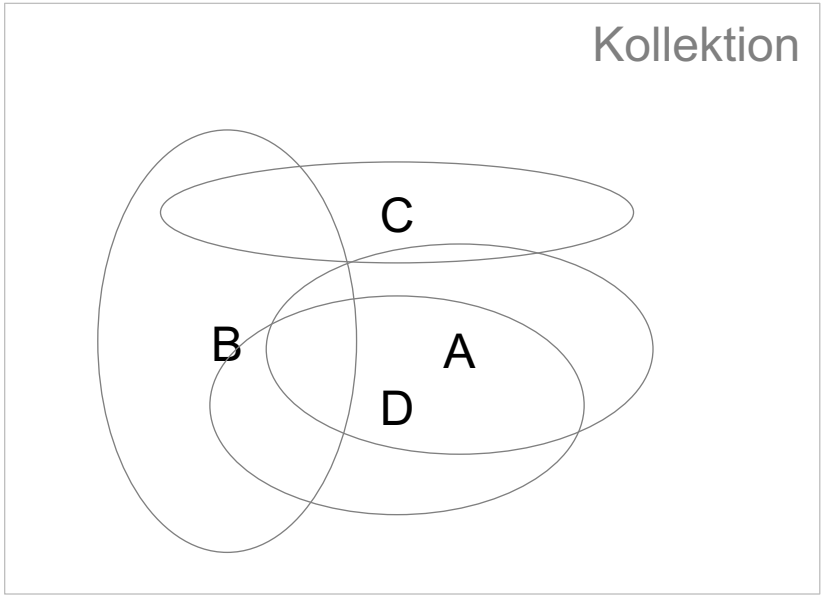


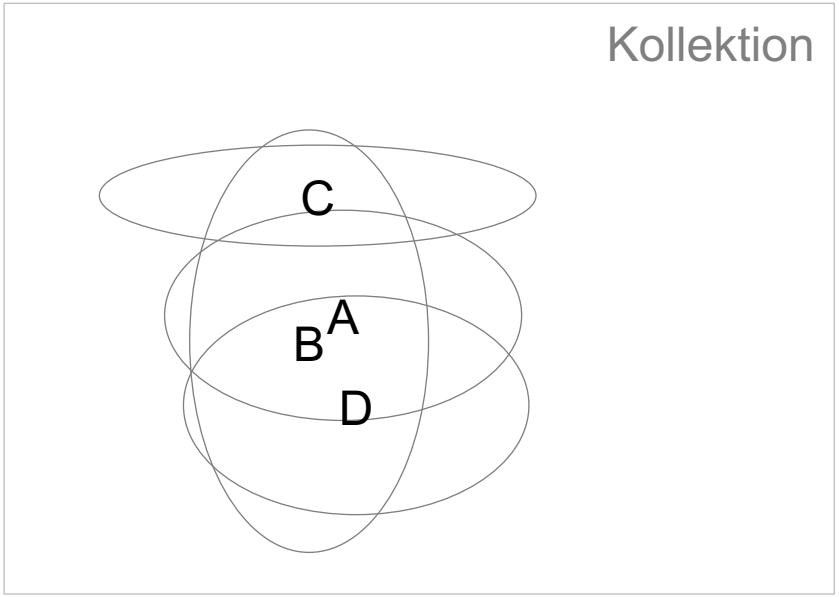
Die Annahme ist, dass durch die **Top k-Ergebnisse ein Großteil** der relevanten Dokumente **abgedeckt** wurde!

- Das ist aber natürlich nur ein Näherungswert...

Das Pooling-Verfahren

Welche System-Auswahl sollte beim Pooling bevorzugt werden?





Außer Acht gelassen wurden...

Relevanz ist nicht zwangsläufig Nutzerzufriedenheit:

- *„For a web search engine, happy search users are those who find what they want. […] Nevertheless, in general, we need to decide whether it is the end user's or the eCommerce site owner's happiness that we are trying to optimize. Usually, it is the store owner who is paying us.“* (Manning et al. (2009), S. 155)

Mehrstufige Relevanzeinschätzungen

- nicht nur binär (relevanz / nicht-relevant)
- relevant, teilweise relevant, nicht-relevant etc.

Probleme mit Relevanz-Assessments

- Menschliche Relevanzbeurteiler (Judges, Rater, Assessoren)
- Sind „teuer“ (sprich: aufwendig, organisatorisch und zeitlich)
- Wie zuverlässig sind Assessoren?

Zusammenfassung IR-Evaluation

IR-Evaluationen mit Hilfe von Testkollektionen benötigen drei Komponenten

- Eine **gemeinsame Dokumentenmenge**
- Eine **Menge von Anfragen**, sogenannte **Topics** (min. 25 besser 50)
- **Relevanzbewertungen**, gewonnen im Rahmen eines **Pooling**

Es lassen sich daraus unterschiedliche Maßzahlen bestimmen

- Precision („Genauigkeit“), P@n
- Recall („Vollständigkeit“), R@n
- kombinierte Maße wie F-Measure oder AP/MAP, Rprec, ...