

# Unsere Empfehlung für Sie: Präferenzen und Personalisierung in der Informatik

Markus Endres<sup>1</sup> und Andreas Pfandler<sup>2</sup>

**Abstract:** Präferenzen spielen im Alltag jedes Menschen eine große Rolle. Einfache Präferenzen wie z.B. „Zum Frühstück mag ich lieber Kaffee als Tee, Schokocroissants sind besser als ein Käsebrof“ oder „Eine Unterkunft in einem 4-Sterne Hotel in der Nähe der Konferenz ist mir wichtiger als eine möglichst günstige Übernachtung“ sind uns allen bekannt. Häufig müssen wir uns zwischen unzähligen verschiedenen Alternativen entscheiden. Systeme, die unsere Präferenzen, also die Benutzerwünsche, einbeziehen, helfen die bestmöglichen Entscheidungen zu treffen. Das Tutorium behandelt verschiedene Aspekte der Modellierung und Verarbeitung von Präferenzen in den Bereichen Datenbanken & Informationssysteme sowie Künstliche Intelligenz. Die Vorstellung von konkreten Einsatzgebieten und Anwendungen von Präferenzen sowie die Darstellung von Risiken, Chancen und Herausforderungen im Umgang mit Personalisierung runden das Tutorium ab.

## 1 Präferenzen in der Informatik

In der Informatik gewinnen Präferenzen immer mehr an Bedeutung. So haben Präferenzen seit langem Einzug bei Touristikportalen oder Firmen wie Amazon, Google und Facebook gehalten, um personalisierte Produktempfehlungen vorzunehmen. Dabei zeigt sich, dass Kunden sehr viel mehr Wert als früher auf personalisierten Kundenservice anstelle von Standardprodukten legen. Eine Zusammenstellung einer Reise zum Beispiel, einschließlich Flug, Mietwagen, Hotelreservierung, Veranstaltungen und Exkursionen kann nicht mehr als Pauschalangebot verkauft werden, sondern erfordert immer mehr die individuelle Anpassung an die Wünsche der Kunden. Die Bedürfnisse der Benutzer spielen heutzutage insbesondere im Marketing eine bedeutende Rolle. Marketing-Lösungen, die komplett auf den Benutzer zugeschnitten sind, setzen sich durch. Das Stichwort lautet *Personalisierung*.

Aus psychologischer Sicht bevorzugt der Mensch personalisierte Informationen, da er sich damit wertgeschätzt fühlt und Sympathie für sein „Gegenüber“ empfindet. Durch personalisierte Informationen und die auf uns maßgeschneiderten Botschaften entwickelt man unbewusst auch ein Gefühl der Sicherheit. Zudem heben sich personalisierte Nachrichten von dem heutzutage herrschenden Überangebot von Informationen ab. Auch wenn dieser Prozess unbewusst stattfindet, ist er enorm einflussreich und überzeugt ganz unterschwellig. So ist z.B. eine personalisierte E-Mail, in der man mit dem Vornamen angesprochen wird und die einen an die eigenen Interessen angepassten Inhalt hat, zugänglicher. Insbesondere nimmt man sich z.B. mehr Zeit Werbeinformationen zu sichten, wenn der Inhalt den eigenen Interessen entspricht. Dieser Effekt kehrt sich jedoch um, wenn bei der Personalisierung

---

<sup>1</sup> Universität Augsburg, Universitätsstr. 6a, D 86159 Augsburg, endres@informatik.uni-augsburg.de

<sup>2</sup> Technische Universität Wien, Favoritenstr. 9, A 1040 Wien und Universität Siegen, Unteres Schloß 3, D 57072 Siegen, pfandler@dbai.tuwien.ac.at

Fehler unterlaufen: Etwa wenn ein Zelt auf einem Campingplatz einem Geschäftskunden als Tagungsraum empfohlen wird oder wenn sich der Benutzer „bespitzt“ fühlt. Es wird klar, dass es sich bei der Personalisierung und der Verarbeitung von Präferenzen um komplexe Aufgaben handelt, die offensichtlich Fingerspitzengefühl erfordern. Ein besonders positiver Eindruck entsteht wiederum, wenn präferierte Alternativen angeboten werden, die der Benutzer nicht bedacht hat, wie etwa günstigere Flugverbindungen zu einem nahe gelegenen anderen Flughafen. Personalisierte Inhalte können somit einen positiven Effekt auf die Marketing-Effizienz haben, da nicht relevante Inhalte aufgrund der vorliegenden Informationsflut ohnehin oft nicht beachtet werden.

Wie oben bereits angedeutet, bedeutet Personalisierung aber nicht nur persönliche Daten in Dokumenten zu nutzen, sondern auch die Präferenzen der Benutzer bei Produktempfehlungen oder bei der Produktsuche zu berücksichtigen. Während bei der erstgenannten Art der Personalisierung meist nur die nüchternen Daten verwendet werden, benötigt die zweitgenannte Art Wissen über die Präferenzen und Methoden, um die richtigen Schlüsse daraus zu ziehen. Damit erhalten Benutzer z.B. bei der Produktsuche auf sie zugeschnittene Antworten und können unter verschiedenen bestmöglichen Alternativen auswählen. Letztendlich profitieren also nicht nur Unternehmen von personalisierten Inhalten, sondern auch die Kunden selbst.

Eine weitere wichtige Bedeutung haben Präferenzen bei der gemeinsamen Entscheidungsfindung etwa innerhalb einer Gruppe oder eines Freundeskreises. Hierbei ist es das Ziel eine Lösung zu finden, welche die Bedürfnisse bzw. Präferenzen der einzelnen beteiligten Personen berücksichtigt und dabei gleichzeitig möglichst fair ist. Ein einfaches Beispiel ist etwa das Finden eines Lokals für ein gemeinsames Mittagessen. Hier geben die Teilnehmer nicht nur an, wann sie Zeit haben, sondern teilen auch ihre Präferenzen bezüglich des Lokals mit. Gesucht ist dann das „passendste“ Lokal. Eine weitere wichtige Frage ist, wie man (komplexe) bedingte Präferenzen behandelt, bei denen die einzelnen Entscheidungsmöglichkeiten nicht unabhängig voneinander sind. So könnte zum Beispiel bei der Frühstückspannung Tee nur dann Kaffee vorgezogen werden, wenn es ein Käsebrot zum Frühstück gibt, ansonsten ist Kaffee die erste Wahl.

Dem Motto der INFORMATIK 2016 „Informatik von Menschen für Menschen“ folgend, werden im Rahmen dieses Tutoriums Methoden vorgestellt, um Informationssysteme der Zukunft zu schaffen, die Präferenzverarbeitung als ein zentrales Konzept der Personalisierung ansehen. Im Folgenden werden wir einen knappen Überblick über die Grundlagen, aktuelle Forschung und praktische Anwendungen von Präferenzen in Datenbankanfragen sowie im Bereich der Künstlichen Intelligenz geben.

## **2 Präferenzen in Datenbankanfragen**

Im ersten Teil des Tutoriums werden wir Präferenzen innerhalb von Datenbanksystemen behandeln, da immer mehr Datenbankhersteller die Verarbeitung von Präferenzen als ein zentrales Konzept der Personalisierung ansehen. So existieren neben den rein akademischen Prototypen wie z.B. FlexPref [LMK10] oder Preference SQL [KEW11] auch kommerzielle

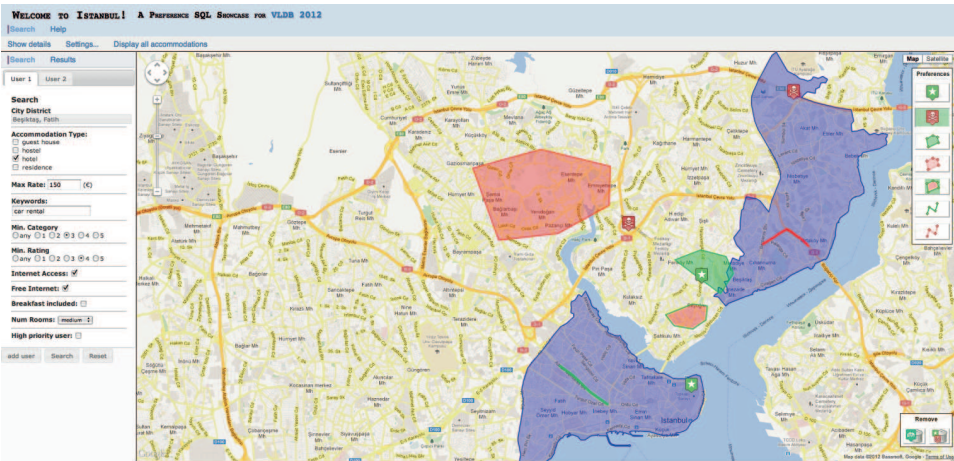


Abbildung 1: Screenshot einer präferenzbasierten Hotel-Suche in Istanbul [We12].

Systeme wie etwa das Skyline Feature in EXASolution [Ma15]. Dass es sich hierbei nicht nur um eine Spielwiese für Wissenschaftler handelt, zeigt das Szenario der Suche nach einem Hotel in einer Stadt, z.B. in Istanbul. Aufgrund der enormen Anzahl von Hotels aller Kategorien in dieser Stadt stellt die Kenntnis der Benutzerwünsche in dieser Anfrage eine große Hilfe dar, um irrelevante Hotels aus dem Datensatz auszublenden und den Fokus ausschließlich auf die relevanten Hotels zu legen. Präferenzen agieren als Filter, welche nur die relevanten Antworten bezüglich der Benutzerpräferenzen liefern.

Abbildung 1 demonstriert solch eine personalisierte ortsbasierte Hotel-Suche<sup>3</sup>, die es einzelnen Benutzern oder Benutzergruppen erlaubt, Hotels in Istanbul zu finden, wobei sowohl harte Kriterien als auch Benutzerwünsche berücksichtigt werden (vgl. [We12]). So lässt sich nicht nur die Hotel-Kategorie als hartes oder weiches Kriterium spezifizieren, sondern auch die Präferenz bezüglich der Art der Unterkunft oder der Verfügbarkeit von WLAN. Die präferierten Stadtteile können nun etwa als weiches Kriterium formuliert werden, welches (sofern möglich) erfüllt sein sollte. Die Applikation unterstützt sowohl räumliche, numerische und kategorielle als auch komplexe Präferenzanfragen auf eine intuitive Art und Weise, sodass das Ergebnis bestmöglich den Benutzerwünschen entspricht.

Die Verwendung von Präferenzen in Datenbankanfragen wirft allerdings viele komplexe Fragestellungen auf, etwa bzgl. der Darstellung/Modellierung, Auswertung, Sprache, etc., vgl. [SKP11]. Bereits im Jahre 1987 haben Lacroix und Lavency [LL87] sich diese Fragen gestellt und noch heute beschäftigen sich Wissenschaftler auf der ganzen Welt mit diesem Thema.

Kießling und andere haben mit „Preference SQL“ [KEW11] eine Methode zur Repräsentation von Präferenzen in SQL entwickelt. Die Grundlage bilden Striktordnungen (irreflexiv, transitiv, antisymmetrisch), z.B. „Eine Unterkunft im Stadtteil Fatih in Istanbul ist mir wichtiger als ein 4-Sterne Hotel“, welche durch Präferenz-Konstrukturen gebildet werden

<sup>3</sup> Web-Applikation zu finden unter <http://www.dbis.informatik.uni-augsburg.de/hotelfinder/>

können. Um Präferenzen in Preference SQL spezifizieren zu können, wurde die Syntax des SQL-Select-Statements um die `PREFERRING`-Klausel erweitert. Preference SQL folgt der „Best Matches Only“-Semantik: Das Ergebnis beinhaltet ausschließlich die besten Treffer bezüglich der gegebenen Präferenzen. Abbildung 2 zeigt eine einfache Preference SQL Anfrage, bei der die ortsbasierte Präferenz durch eine Priorisierung (`PRIOR TO`) mit dem Wunsch nach einem 4-Sterne Hotel verknüpft wird. Dabei wird der Stadtteil Fatih durch einen KML-String<sup>4</sup> festgelegt, welcher erfüllt sein sollte.

```
SELECT *
FROM accommodation                -- Unterkünfte in Istanbul
PREFERRING                         -- Präferenz-Query
  location WITHIN ' <KML-String>'  -- Ortsbasierte Suche
PRIOR TO                            -- Priorisierung
  category = '4*' AND type = 'Hotel'; -- Pareto-Präferenz
```

Abbildung 2: Preference SQL Anfrage: Eine Unterkunft im Stadtteil Fatih (KML-String) ist wichtiger als ein 4-Sterne Hotel.

Die Firma EXASOL AG<sup>5</sup> setzt diesen Ansatz in ihrem kommerziellen Datenbanksystem EXASolution um [Ma15]. Außerdem existiert ein präferenzbasiertes Empfehlungssystem auf Grundlage von Preference SQL [SEK06].

Die in Preference SQL vorhandene „Pareto-Präferenz“, bei der verschiedene Attribute als gleich wichtig erachtet werden, ist auch als „Skyline Operator“ [BKS01] bekannt. Chomicki stellt Präferenzen durch logische Ausdrücke dar. Auch in diesem Ansatz werden Präferenzen als Striktordnungen modelliert und zur personalisierten Ergebnisfilterung benutzt. Chomicki’s „Winnow-Operator“ folgt der gleichen Semantik wie „Best Matches Only“ und „Skyline“. Für diese Operatoren existierten zahlreiche Auswertungsalgorithmen, die für (parallele und verteilte) Datenbanksysteme optimiert wurden [CCM13]. Boutilier, Brafman und Domshlak [Bo03] repräsentieren Ordnungen als CP-Netze. Hierbei wird die „Ceteris Paribus“-Semantik verwendet, mit welcher bedingte Präferenzen spezifiziert werden können. So könnte zum Frühstück Tee nur dann Kaffee vorgezogen werden, wenn es ein Käsebrot zum Frühstück gibt, ansonsten ist Kaffee die erste Wahl.

Neben den bereits vorgestellten qualitativen Ansätzen der Präferenzrepräsentation existieren auch quantitative Präferenzen in Datenbankanfragen, vgl. z.B. [HKP01]. In PREFER [HKP01] werden quantitative Präferenzen durch Gewichtung der Attribute festgelegt. Anschließend wird eine gewichtete Aggregatsfunktion verwendet, um einen Score für jedes Tupel zu berechnen. Je höher der Score ist, umso besser ist ein Tupel.

Die Verarbeitung und Verwaltung von Präferenzanfragen in Datenbanken ist im letzten Jahrzehnt zu einer ernstzunehmenden und wichtigen Herausforderung geworden. Im ersten Teil des Tutoriums werden wir deshalb verschiedene Ansätze der Präferenzmodellierung in Datenbanksystemen sowie ihre Vor- und Nachteile im Detail besprechen.

<sup>4</sup> Keyhole Markup Language (KML) ist eine Auszeichnungssprache zur Beschreibung von Geodaten.

<sup>5</sup> <http://www.exasol.com/>

### 3 Präferenzen in der Künstlichen Intelligenz

Im zweiten Teil des Tutoriums werden aktuelle Forschungsthemen (sowie die benötigten Grundlagen) aus Teilbereichen der Künstlichen Intelligenz – insbesondere aus dem Gebiet der Computational Social Choice – behandelt.

Eine einfache Möglichkeit, um Präferenzen über einer Menge von Alternativen bzw. Kandidaten anzugeben, ist mittels einer totalen Ordnung. Die Präferenzen dreier Kollegen bezüglich des Lokals für ein gemeinsames Mittagessen könnten wie folgt lauten:

Anna:	Schnitzel	$\succ$	Pizza	$\succ$	Sushi
Berta:	Schnitzel	$\succ$	Sushi	$\succ$	Pizza
Christoph:	Sushi	$\succ$	Pizza	$\succ$	Schnitzel

Damit wird ausgedrückt, dass Anna ein Lokal, in dem es Schnitzel gibt, am liebsten hat. Die nächstbeste Alternative ist eine Pizzeria, und ein Sushilokal ist nicht gerade ihre favorisierte Option. Die Menge der Kandidaten ist in diesem Fall  $C = \{\text{Schnitzel}, \text{Pizza}, \text{Sushi}\}$ . Eine wichtige Fragestellung ist nun: Gegeben die obigen Präferenzen, für welches Lokal sollen sich die Kollegen entscheiden, wenn sie die Präferenzen aller Teilnehmer berücksichtigen wollen? Oder anders formuliert: Welche Kandidaten aus  $C$  sind die Gewinner der obigen Abstimmung?

Um zu einem Ergebnis zu kommen, fehlt allerdings noch eine *Wahlregel*, mit deren Hilfe eine nichtleere Teilmenge der Kandidaten als Gewinner bestimmt werden kann. Eine sehr einfache und verbreitete Wahlregel ist Pluralität. Bei dieser Wahlregel erhält der erstgereichte Kandidat jeder Stimme einen Punkt. Die Kandidaten mit den meisten Punkten sind die Gewinner. Ein offensichtlicher Nachteil dieser Wahlregel ist, dass sehr viel an Information über die Präferenzen der Wähler ignoriert wird: Die Reihung der Kandidaten an zweiter, dritter, usw. Stelle ist für das Ergebnis irrelevant! Eine andere Wahlregel, die Wahlregel von Borda [Bo84], vergibt bei  $m$  Kandidaten pro Stimme  $m - 1$  Punkte an den erstgereichten Kandidaten,  $m - 2$  Punkte an den zweitgereichten usw. Diese Regel berücksichtigt auch die Präferenzen bezüglich der Kandidaten auf den hinteren Positionen.

Werden die Präferenzen aus dem obigen Beispiel unter der Pluralitätsregel ausgewertet, erhält „Schnitzel“ zwei Punkte, „Sushi“ einen Punkt, und „Pizza“ geht leer aus. Unter der Regel von Borda ergeben sich hingegen vier Punkte für „Schnitzel“, drei Punkte für „Sushi“ und zwei Punkte für „Pizza“. Bei diesem Beispiel gewinnt also in beiden Fällen das Schnitzellokal. Im Allgemeinen können sich die Gewinner aber abhängig von der verwendeten Wahlregel sehr wohl unterscheiden. Wenn man im obigen Beispiel bei Berta und Christoph jeweils „Sushi“ mit „Pizza“ vertauscht, so ändert dies natürlich nichts am Gewinner bezüglich der Pluralitätsregel. Bei Borda führt dies jedoch zu einem Gleichstand von „Schnitzel“ und „Pizza“ mit jeweils vier Punkten – es gibt also zwei Gewinner. Dieses Beispiel soll veranschaulichen, dass selbst in einfachen Präferenzmodellen die Fragestellungen recht vielfältig und komplex werden können. Ähnliche Aufgabenstellungen wie bei der Lokalsuche fürs Mittagessen können natürlich auch in größeren Maßstäben auftreten: Etwa, wenn auf einem Reiseportal eine Gruppenreise basierend auf den Präferenzen der Teilnehmer geplant werden soll.

Im Tutorium werden wir verschiedene Wahlregeln betrachten, die mitunter sehr unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Es wird klar, dass bereits die Auswahl der Wahlregel eine wichtige Entscheidung ist, die das Ergebnis und in der Folge auch die Zufriedenheit der Benutzer stark beeinflussen kann. Ein Beispiel für eine wünschenswerte Eigenschaft einer Wahlregel ist, dass es niemals für einen Wähler von Nachteil sein sollte, wenn er seine Stimme abgibt. Mit Nachteil ist hier gemeint, dass sich das Ergebnis durch die Teilnahme an der Wahl verschlechtert (gemessen an den Präferenzen des jeweiligen Wählers). Auch wenn man vielleicht intuitiv annehmen würde, dass es immer besser ist seine Stimme abzugeben, werden wir sehen, dass ein solches No-show Paradox tatsächlich auftreten kann. Für eine detaillierte Diskussion der behandelten Wahlregeln, deren Eigenschaften und weiterführende Literatur verweisen wir auf [Ro15, Kapitel 4].

Ebenso wünschenswert wäre es, dass Wähler niemals davon profitieren können, wenn sie bei der Angabe ihrer Präferenzen unehrlich sind. Obgleich wünschenswert, wurde von Gibbard und Satterthwaite gezeigt, dass strategisches Wählen (Manipulation) in „realistischen“ Szenarien nicht ausgeschlossen werden kann. Weitere unerwünschte Beeinflussungen sind Bestechung der Wähler (Bribery) und Wahlkontrolle (Control). Bei der Wahlkontrolle versucht ein Vorsitzender durch Strukturänderungen an der Wahl selbst, wie z.B. durch Sperren oder Hinzufügen von Wählern bzw. Kandidaten, das Ergebnis der Wahl (zu seinen Gunsten) zu verändern. Es zeigt sich, dass diese Aspekte unbedingt beim Design eines präferenzbasierten Systems Beachtung finden müssen, da böswillige Benutzer sich derartige Schwachstellen sonst zunutze machen können.

Bei den sogenannten Domain-Restrictions, mit denen wir uns ebenfalls kurz auseinandersetzen werden, ist die grundlegende Annahme, dass die Präferenzen der Benutzer in der Praxis nicht zufällig sind, sondern eine gewisse Struktur aufweisen. Erfüllt eine Instanz eine bestimmte Domain-Restriction, so können nun nicht mehr alle denkbaren Präferenzen auftreten, sondern nur noch jene, die die Kriterien der Domain-Restriction erfüllen. Dies ist besonders spannend, wenn die Struktur der Instanz zu besseren Eigenschaften der Wahlregeln führt oder von effizienten Algorithmen genutzt werden kann. Ein prominentes Beispiel für eine solche Domain-Restriction ist Single-Peakedness [BI48].

Weitere Informationen zu den bisher angesprochenen Themen (und vielen weiteren) sind in zwei aktuellen Büchern zu finden [Ro15, Br16].

In einem weiteren Themenblock werden wir uns mit Präferenzen im Gebiet von Knowledge Representation & Reasoning beschäftigen – genauer gesagt mit Präferenzen im Zusammenspiel mit Answer Set Programming (ASP). Answer Set Programming (für eine Einführung vgl. [EIK09, Ge12]) ist ein erfolgreicher Ansatz der logischen Programmierung, der sich durch eine gut handhabbare, deklarative Semantik und eine Vielzahl an effizienten Solvoren auszeichnet (etwa die Solver der Potassco Familie, sowie DLV und WASP). Ein weiterer Vorteil ist, dass ASP Programme als eine „ausführbare Spezifikation“ gesehen werden können, wodurch man schnell leicht anpassbare und trotzdem brauchbare Prototypen entwickeln kann.

In der Folge wird das Zusammenspiel von ASP und Präferenzen aus zwei Perspektiven beleuchtet. Einerseits werden wir Methoden behandeln, die es erlauben, Präferenzen bezüglich



The screenshot displays the Democratix web interface. At the top, there are navigation links for 'Web interface', 'Examples', 'Downloads', and 'Contact information'. The main content area is divided into three sections:

- Profile:** A text area containing a list of items and their scores:
 

```
3
1, Slapsons
2, Big Bang Theory
3, IT Crowd
28, 28, 5
11, 2, 3, 1
7, 3, 2, 1
5, 1, 2, 3
3, 3, 1, 2
2, 1, 3, 2
```
- Example Instance:** A text area containing the same profile data, with a note: "For testing purposes, you can copy/paste the following example profile to the profile input area:" and a "[ copy to profile ]" button.
- Output:** A text area showing the solver's output for the 'borda' rule:
 

```
Evaluating using rule 'borda'
-- STARTING SOLVER (clingos) --
Answer: 1
score(1,17) score(3,33) score(2,34) maxScore(34) winner(2)
SATISFIABLE
Models : 1
Time : 0.000
Prepare : 0.000
Prepro. : 0.000
Solving : 0.000
-- SOLVER TERMINATED (exit code 10) --
Aaaaaand the winner is: 'Big Bang Theory'
```

On the left side, there is a diagram showing preference rules:  $A > B > C$ ,  $A > C > B$ , and  $B > A > C$ , leading to a bar chart where B is the highest, followed by A, and then C.

Abbildung 3: Screenshot der Weboberfläche von Democratix.

der Lösungen eines ASP Programms auszudrücken. Das asprin Framework [Br15] wird hier als Beispiel dienen. Andererseits werden wir das Tool Democratix [CP15] vorstellen, mit dem in ASP deklarativ spezifizierte Wahlregeln ausgewertet werden können. Abbildung 3 zeigt einen Screenshot der Democratix Web-Applikation<sup>6</sup>, welche auch im Rahmen des Tutoriums vorgeführt wird.

## 4 Zusammenfassung

Präferenzen und Personalisierung sind nicht mehr nur von akademischem Interesse, sondern haben weitgehende Auswirkungen auf Industrie und Wirtschaft. Angesichts der stark wachsenden Fülle an Informationen genügt es heute nicht mehr, eine Menge gespeicherter Daten möglichst schnell bei den Nutzern „abzuliefern“. Vielmehr müssen die richtigen Daten in der gegebenen Situation zur rechten Zeit im adäquaten Zusammenhang unter dem relevanten Blickwinkel und in der gewünschten Form zur Verfügung stehen. Die Notwendigkeit und das Potential des präferenzbasierten und personalisierten Datenmanagements wird dadurch deutlich, dass die Ergebnisse auch unmittelbar Anwendung in der Industrie finden. Die Entwicklung passender Methoden zum Erlernen und Verarbeiten von Präferenzinformationen bleibt – insbesondere aufgrund der riesigen Datenmengen – eine Herausforderung für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.

## Literaturverzeichnis

[BKS01] Börzsönyi, S.; Kossmann, D.; Stocker, K.: The Skyline Operator. In: Proceedings of ICDE '01. IEEE, S. 421–430, 2001.

<sup>6</sup> Webseite von Democratix: <http://democratix.dbai.tuwien.ac.at/>

- [Bl48] Black, D.: On the rationale of group decision making. *Journal of Political Economy*, 56(1):23–34, 1948.
- [Bo84] Borda, J.: *Mémoire sur les élections au scrutin*. Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Paris, 1784.
- [Bo03] Boutilier, C.; Brafman, R.; Domshlak, C.; Hoos, H.; Poole, D.: CP-Nets: A Tool for Representing and Reasoning with Conditional Ceteris Paribus Preference Statements. In: *Journal of Artificial Intelligence Research*. Jgg. 21, S. 135–191, 2003.
- [Br15] Brewka, G.; Delgrande, J. P.; Romero, J.; Schaub, T.: asprin: Customizing Answer Set Preferences without a Headache. In: *Proceedings of AAAI 2015*. AAAI Press, S. 1467–1474, 2015.
- [Br16] Brandt, F.; Conitzer, V.; Endriss, U.; Lang, J.; Procaccia, A. D., Hrsg. *Handbook of Computational Social Choice*. Cambridge University Press, 2016.
- [CCM13] Chomicki, J.; Ciaccia, P.; Meneghetti, N.: Skyline Queries, Front and Back. *ACM SIGMOD Record*, 42(3):6–18, 2013.
- [CP15] Charwat, G.; Pfandler, A.: Democratix: A Declarative Approach to Winner Determination. In: *Proceedings of ADT 2015*. Jgg. 9346 in LNCS. Springer, S. 253–269, 2015.
- [EIK09] Eiter, T.; Ianni, G.; Krennwallner, T.: Answer Set Programming: A Primer. In: *Reasoning Web. Semantic Technologies for Information Systems, 5th International Summer School 2009, Tutorial Lectures*. Jgg. 5689 in LNCS. Springer, S. 40–110, 2009.
- [Ge12] Gebser, M.; Kaminski, R.; Kaufmann, B.; Schaub, T.: *Answer Set Solving in Practice. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning*. Morgan & Claypool Publishers, 2012.
- [HKP01] Hristidis, V.; Koudas, N.; Papakonstantinou, Y.: PREFER: A System for the Efficient Execution of Multi-parametric Ranked Queries. In: *Proceedings of SIGMOD '01*. ACM, S. 259–270, 2001.
- [KEW11] Kießling, W.; Endres, M.; Wenzel, F.: The Preference SQL System - An Overview. *Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering*, 34(2):11–18, 2011.
- [LL87] Lacroix, M.; Lavency, P.: Preferences: Putting More Knowledge into Queries. In: *Proceedings of VLDB '87*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., S. 217–225, 1987.
- [LMK10] Levandoski, J. J.; Mokbel, M. F.; Khalefa, M. E.: FlexPref: A Framework for Extensible Preference Evaluation in Database Systems. In: *Proceedings of ICDE '10*. IEEE, S. 828–839, 2010.
- [Ma15] Mandl, S.; Kozachuk, O.; Endres, M.; Kießling, W.: Preference Analytics in EXASolution. In: *Proceedings of BTW '15*. GI, 2015.
- [Ro15] Rothe, J., Hrsg. *Economics and Computation*. Springer, 2015.
- [SEK06] Satzger, B.; Endres, M.; Kießling, W.: A Preference-Based Recommender System. In: *Proceedings of EC-Web '06*. Jgg. 4082 in LNCS. Springer, S. 31 – 40, 2006.
- [SKP11] Stefanidis, K.; Koutrika, G.; Pitoura, E.: A Survey on Representation, Composition and Application of Preferences in Database Systems. *ACM Transactions on Database Systems*, 36(4), 2011.
- [We12] Wenzel, F.; Endres, M.; Mandl, S.; Kießling, W.: Complex Preference Queries Supporting Spatial Applications for User Groups. In: *Proceedings of VLDB '12*. Jgg. 5. VLDB Endowment, S. 1946–1949, 2012.