

Datenverarbeitung in Tabellenkalkulationen durch das natürlichsprachliche Dialogsystem JustLingo

Bachelorarbeit | Philipp Voigt | 09.05.2014

Betreuer: Alexander Wachtel

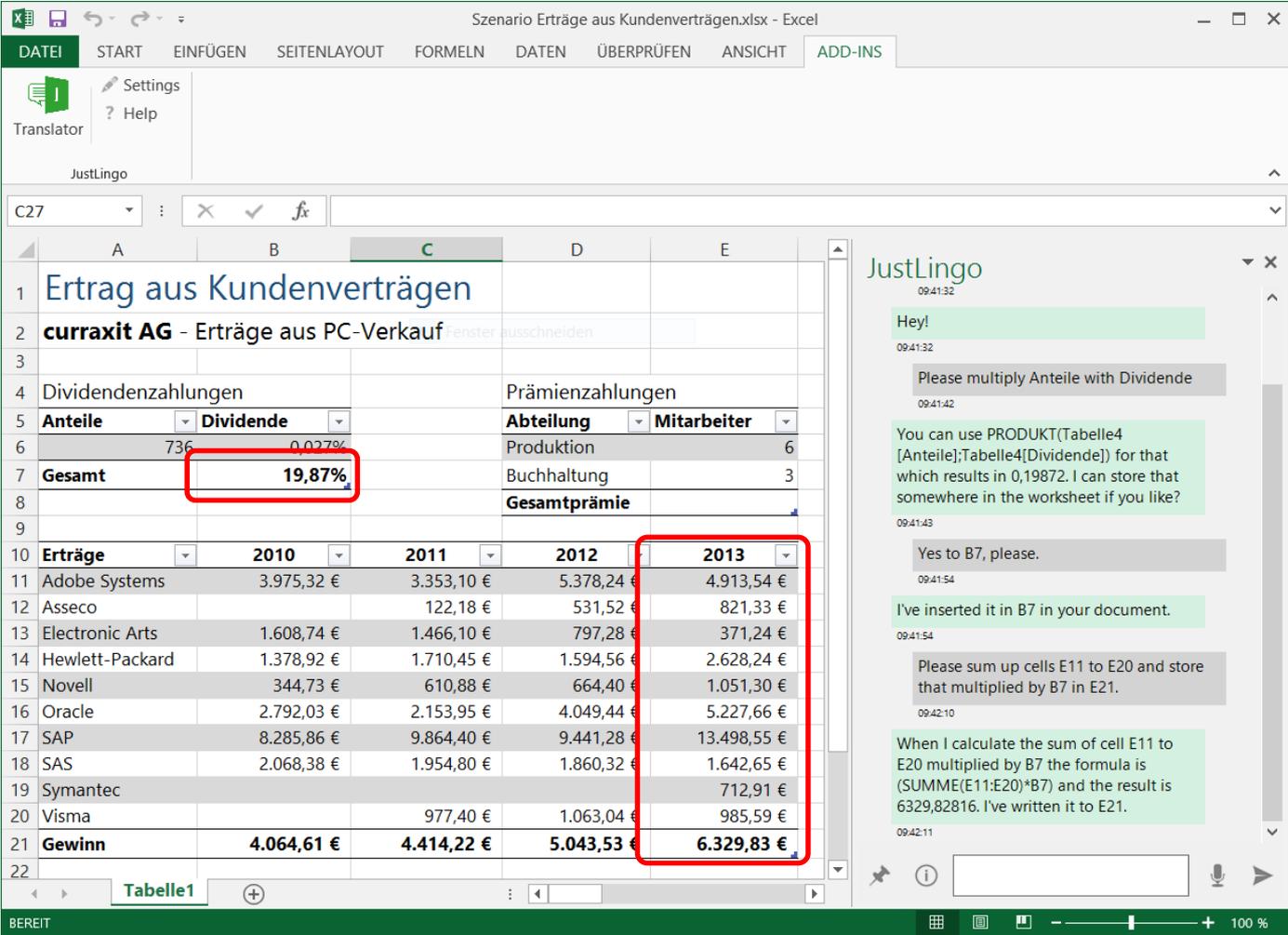
Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD), Prof. Dr. Walter F. Tichy
Fakultät für Informatik



Motivation

- **Prototyp** im Rahmen von *Praxis der Softwareentwicklung* erstellt
 - Formulierung mathematischer Berechnungen durch natürliche Sprache
 - Einfache lineare Verarbeitungskette mit grundlegender Sprachanalyse
 - Schwächen
 - Keine Zustandsspeicherung
 - Verarbeitung von Eingaben in Präfixform
- Entwicklung eines **Dialogsystem** für dieses komplexe Szenario
 - Aufbau eines Gesprächskontexts über mehrere Eingaben hinweg
 - Lösung von Unklarheiten und Mehrdeutigkeiten

Beispiel



Szenario Erträge aus Kundenverträgen.xlsx - Excel

DATEI START EINFÜGEN SEITENLAYOUT FORMELN DATEN ÜBERPRÜFEN ANSICHT ADD-INS

Translator Settings Help

JustLingo

C27

Ertrag aus Kundenverträgen				
curraxit AG - Erträge aus PC-Verkauf				
Dividendenzahlungen			Prämienzahlungen	
Anteile	Dividende		Abteilung	Mitarbeiter
736	0,027%		Produktion	6
Gesamt	19,87%		Buchhaltung	3
			Gesamtpremie	
Erträge	2010	2011	2012	2013
Adobe Systems	3.975,32 €	3.353,10 €	5.378,24 €	4.913,54 €
Asseco		122,18 €	531,52 €	821,33 €
Electronic Arts	1.608,74 €	1.466,10 €	797,28 €	371,24 €
Hewlett-Packard	1.378,92 €	1.710,45 €	1.594,56 €	2.628,24 €
Novell	344,73 €	610,88 €	664,40 €	1.051,30 €
Oracle	2.792,03 €	2.153,95 €	4.049,44 €	5.227,66 €
SAP	8.285,86 €	9.864,40 €	9.441,28 €	13.498,55 €
SAS	2.068,38 €	1.954,80 €	1.860,32 €	1.642,65 €
Symantec				712,91 €
Visma		977,40 €	1.063,04 €	985,59 €
Gewinn	4.064,61 €	4.414,22 €	5.043,53 €	6.329,83 €

JustLingo

09:41:32

Hey!

09:41:32

Please multiply Anteile with Dividende

09:41:42

You can use PRODUKT(Tabelle4 [Anteile];Tabelle4{Dividende}) for that which results in 0,19872. I can store that somewhere in the worksheet if you like?

09:41:43

Yes to B7, please.

09:41:54

I've inserted it in B7 in your document.

09:41:54

Please sum up cells E11 to E20 and store that multiplied by B7 in E21.

09:42:10

When I calculate the sum of cell E11 to E20 multiplied by B7 the formula is (SUMME(E11:E20)*B7) and the result is 6329,82816. I've written it to E21.

09:42:11

BEREIT

100 %

Verwandte Arbeiten

■ Natural Language Processing

- *Stanford Part-of-Speech Tagger*
 - Komplexe stochastische Verfahrenung
 - Annotation auf Basis umfangreichen Wissens

■ Question-Answering-Systeme

- DeepQA-Architektur (*Watson*)
- Kommerzielle Systeme (*Siri*)
 - Präzise Sprachanalyse
 - Kein Dialogverlauf und Gesprächskontext

■ Dialogsysteme

- Forschungsprojekte (*Mercury Flight Reservation System*)
- Kommerzielle Systeme (*Deutsche Bahn*)
 - Einfache Szenarien in denen wenige Nutzer Schwierigkeiten haben

[BCFL13, WWW+13, TKMS03, FBCC+10, KKK09, KPB+12]

Empirische Studie

- Online-Befragung in englischer Sprache
- Ziele der Studie
 - Feststellung des Bedarfs eines Dialogsystems für Excel
 - Analyse von Beschreibungstexten der Teilnehmer
- Ergebnisse
 - 57 Teilnehmer, Muttersprache: 36 Deutsch, 20 Englisch, 1 Türkisch
 - **Selbsteinschätzung zur Erfahrung mit Excel**
 - 9 Anfänger, 41 Fortgeschrittene, 7 Experten

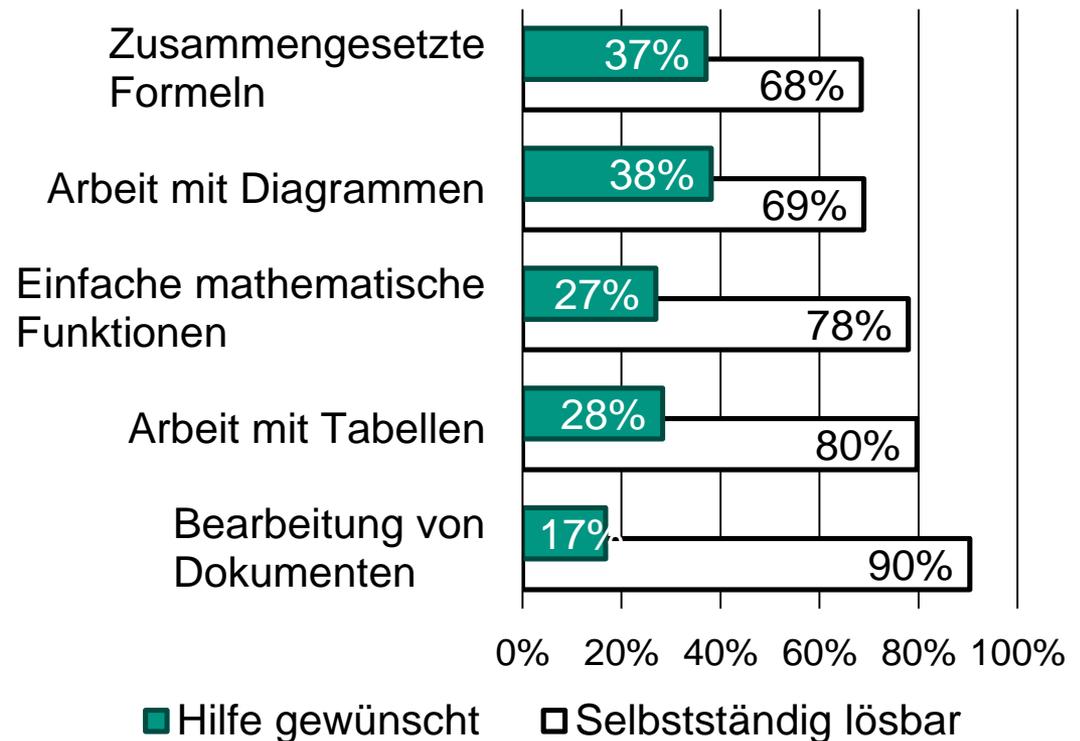
Empirische Studie

■ Erkenntnisse

- Große Schwierigkeiten mit zusammengesetzten Formeln
- Gerade unerfahren Nutzer benötigen Unterstützung

■ Schwerpunkt der Arbeit

- Erzeugung von Formeln in Excel-Formelsprache
- **Zusammengesetzte Formeln** schrittweise konstruierbar



Zielsetzung

■ Gemischte Initiative

- Initiativwechsel zwischen System und Benutzer
- Passives und aktives Verhalten beider Gesprächspartner
z.B. „*Should I write that in your document?*“ – „*Yes, to E21.*“

■ Nachfrage

- Rückfragen bei unvollständigen Angaben
- Klärung von Mehrdeutigkeiten
z.B. „*Divide A1 by 3 times A2.*“

■ Rückbezüge

- Implizite und explizite Bezüge auf zuvor gesagtes
- Konstruktion komplexer Formeln in mehreren Schritten
z.B. „*Store that in E21.*“ oder „*Add 15.*“

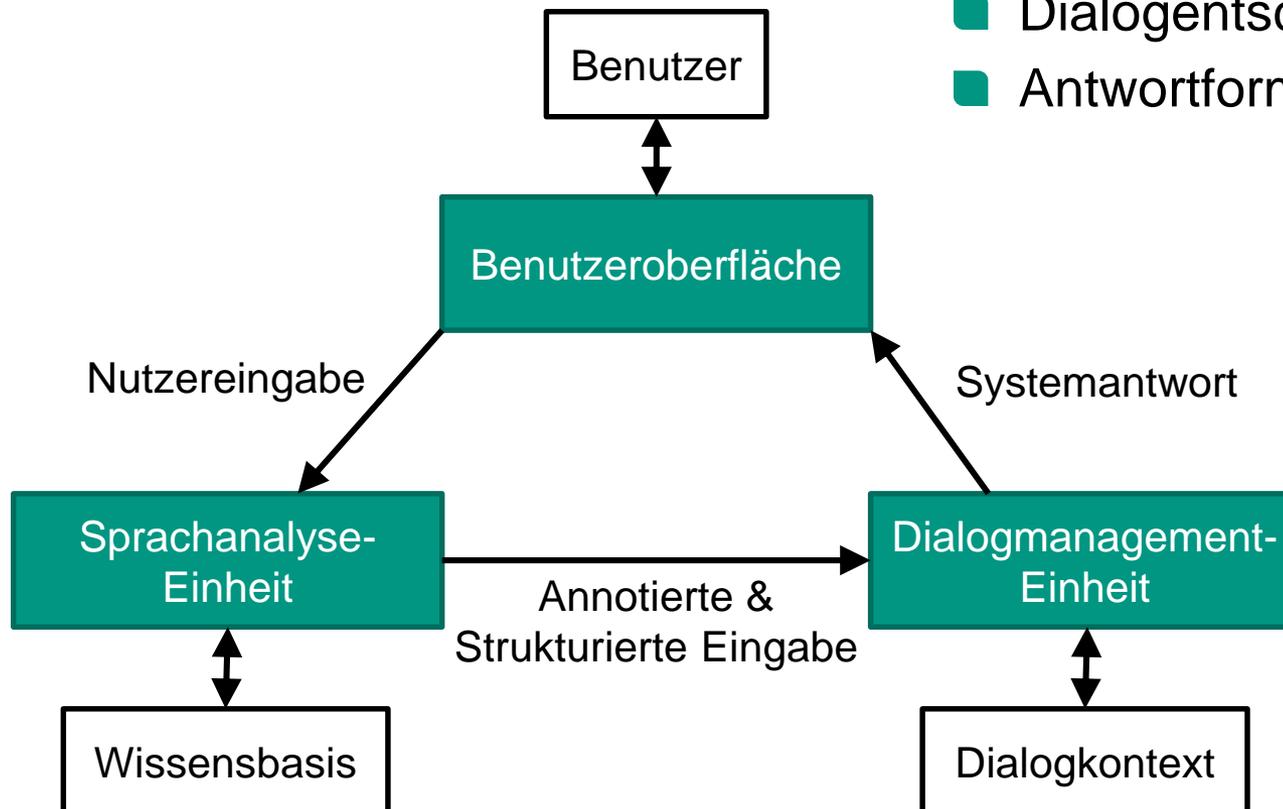
Umsetzung

Sprachanalyse

- Schlüsselwortannotation
- Musteranwendung

Dialogmanagement

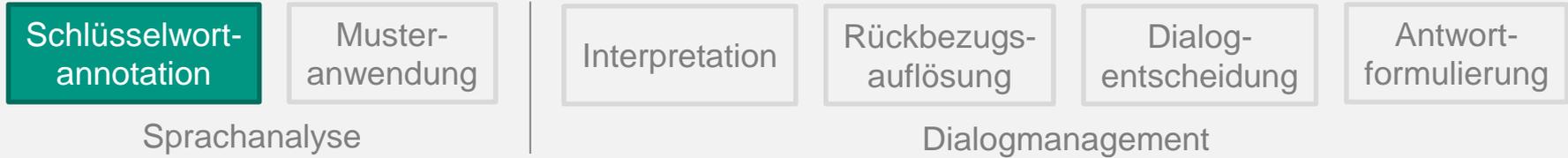
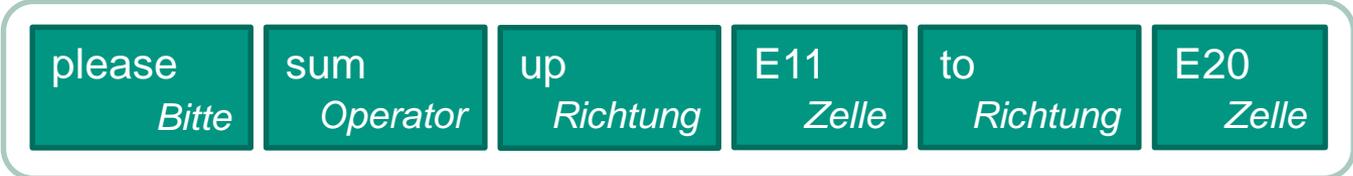
- Interpretation
- Rückbezugsauflösung
- Dialogentscheidung
- Antwortformulierung



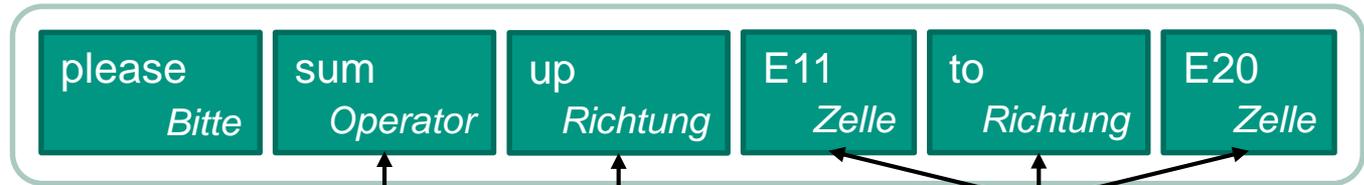
Umsetzung Schlüsselwortannotation

- Eigens entwickelte Annotation
 - Domänenspezifisches Vokabular
 - Gute Pfleg- und Erweiterbarkeit

Please sum up cells E11 to E20 and store that multiplied by B7 in E21.



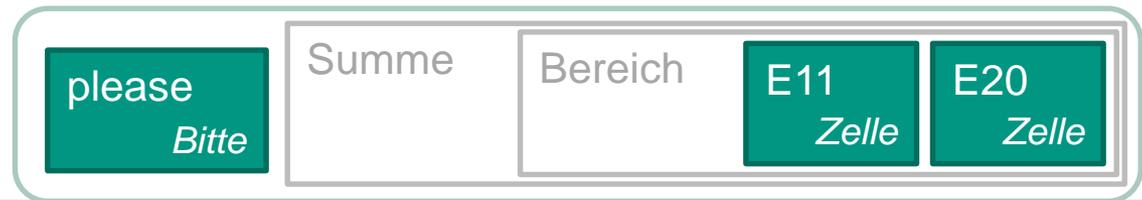
Umsetzung Musteranwendung



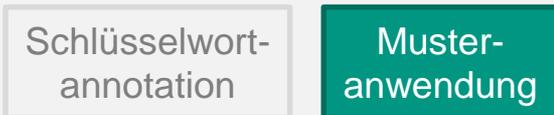
Muster: *Summe*
Priorität: 4



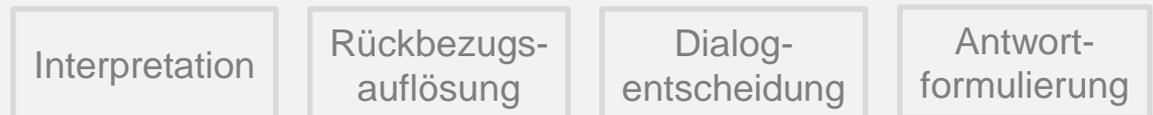
Muster: *Bereich*
Priorität: 6



- Abgleich von Mustern mit absteigender Komplexität
- Rekursiver Abgleich weiterer Muster

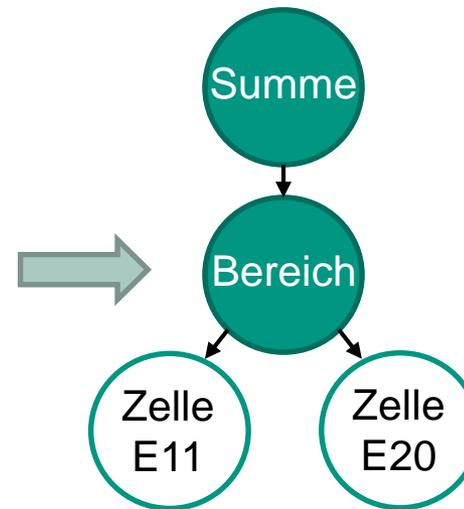
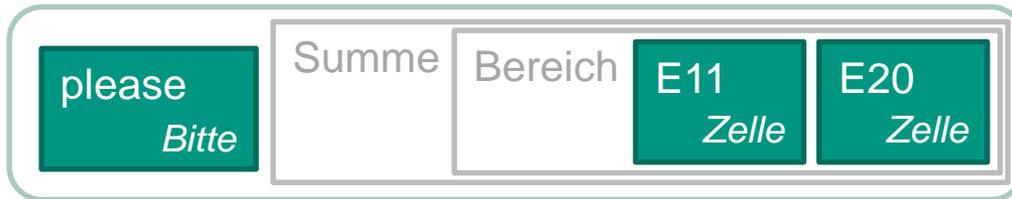


Sprachanalyse

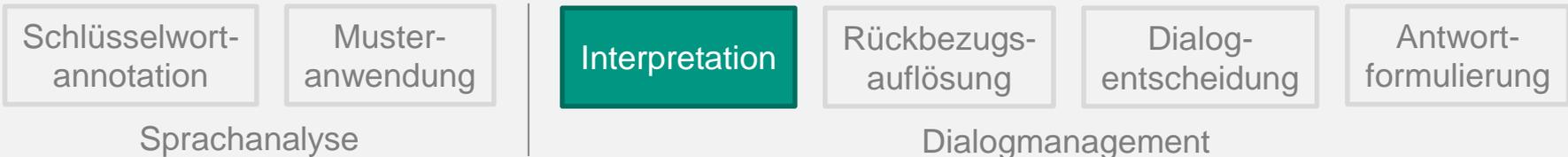
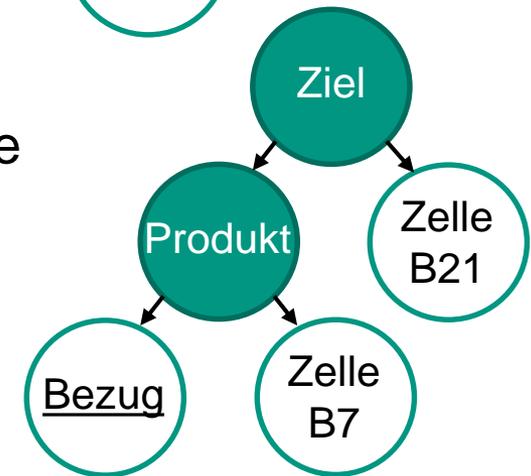


Dialogmanagement

Umsetzung Interpretation

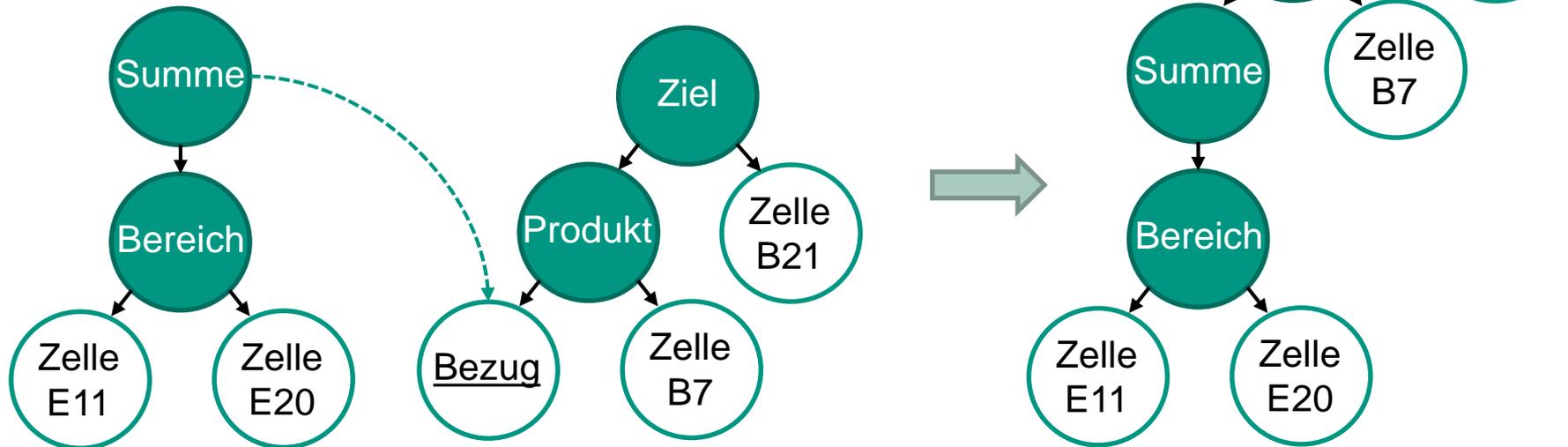


- Aufbau von Bäumen aus vorstrukturierter Eingabe
 - Operatoren- & Operanden-Knoten
- Rekursive Aufrufe auf der Wurzel
 - Prüfung der Korrektheit
 - Erzeugung der Formelsprache



Umsetzung Rückbezugsauflösung

- Beschreibung eines Rückbezugs repräsentiert als Knoten
- Finden des Bezugsziels und Ersetzung
 - Zuerst innerhalb derselben Eingabe
 - Anschließend in vorausgegangenen Eingaben



Schlüsselwort-annotation

Muster-anwendung

Sprachanalyse

Interpretation

**Rückbezugs-
auflösung**

Dialog-entscheidung

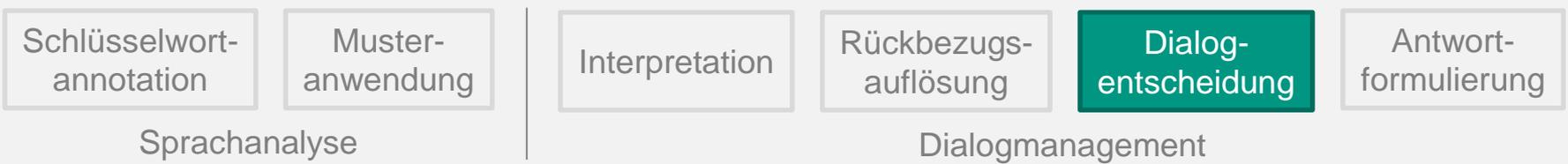
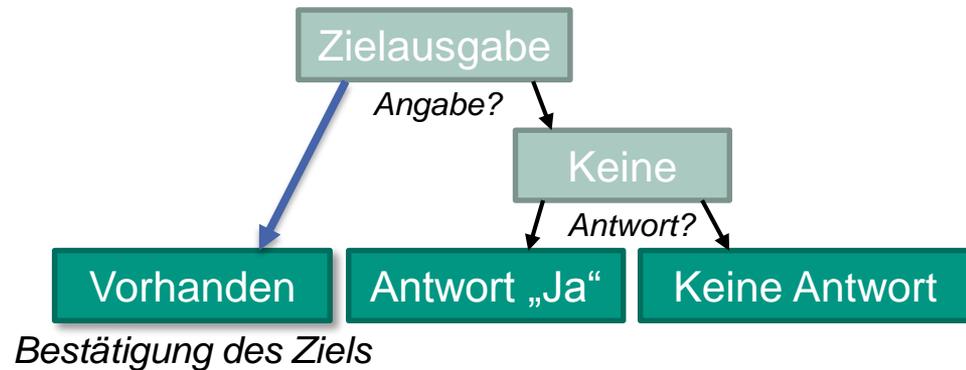
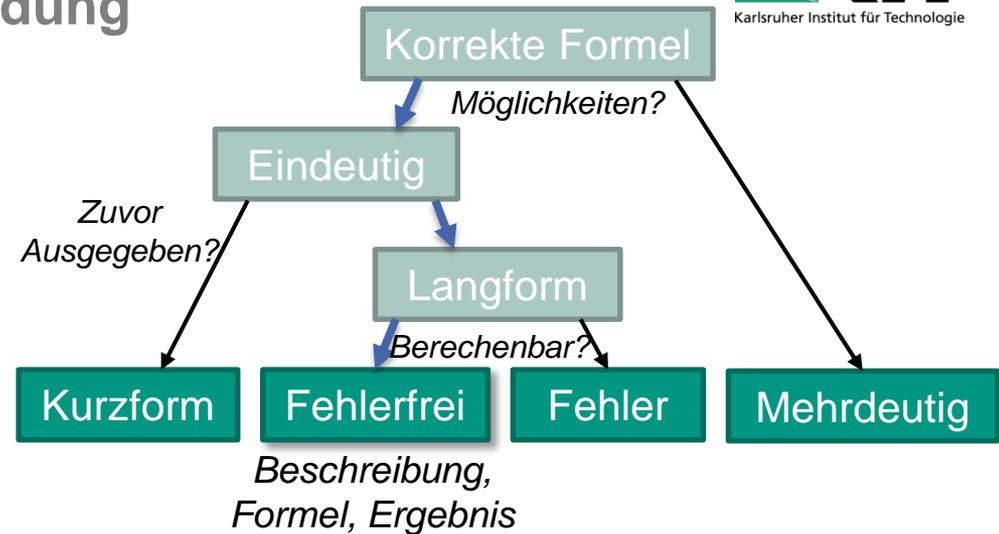
Antwort-formulierung

Dialogmanagement

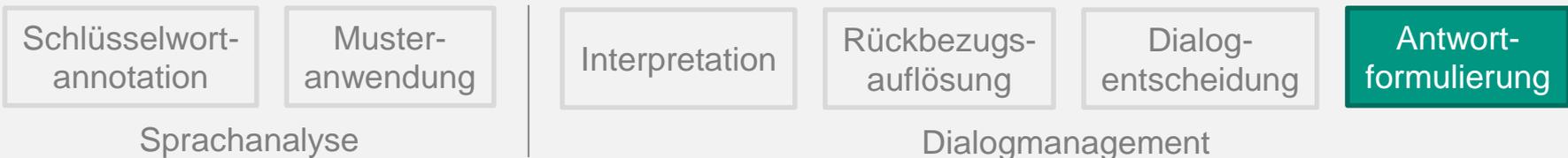
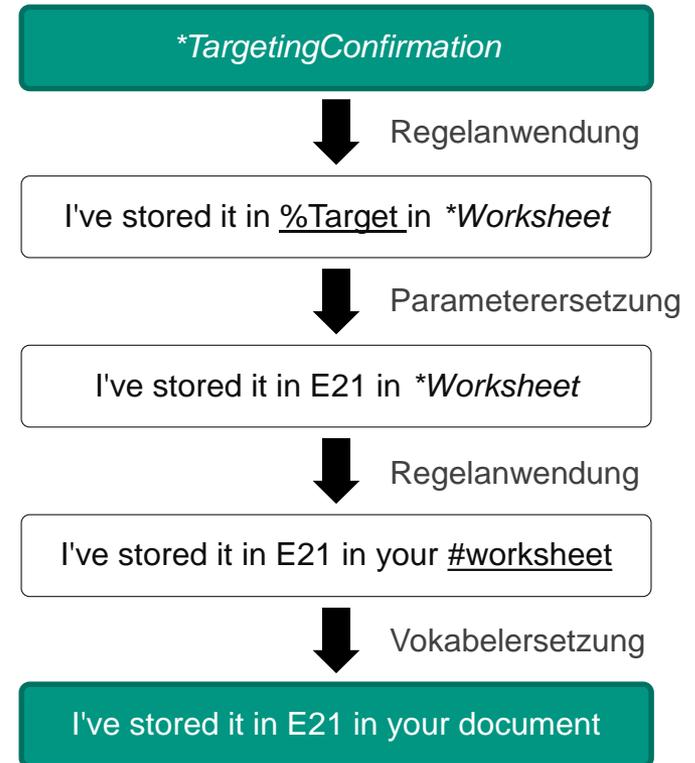
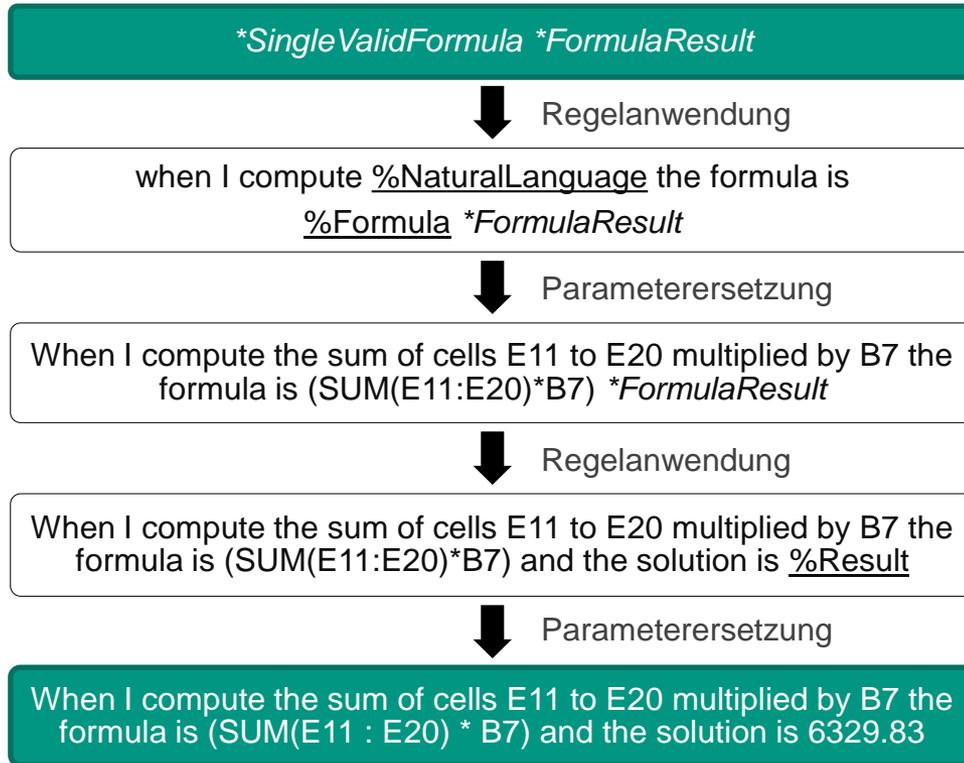
Umsetzung Dialogentscheidung

- Dialog-Entscheidungsbäume
 - Durchlaufen einer Reihe von Entscheidungen
 - Blätter repräsentieren Inhalt der Antwort

- Beispiel beschreibt korrekte Formel und Zielangabe



Umsetzung Antwortformulierung



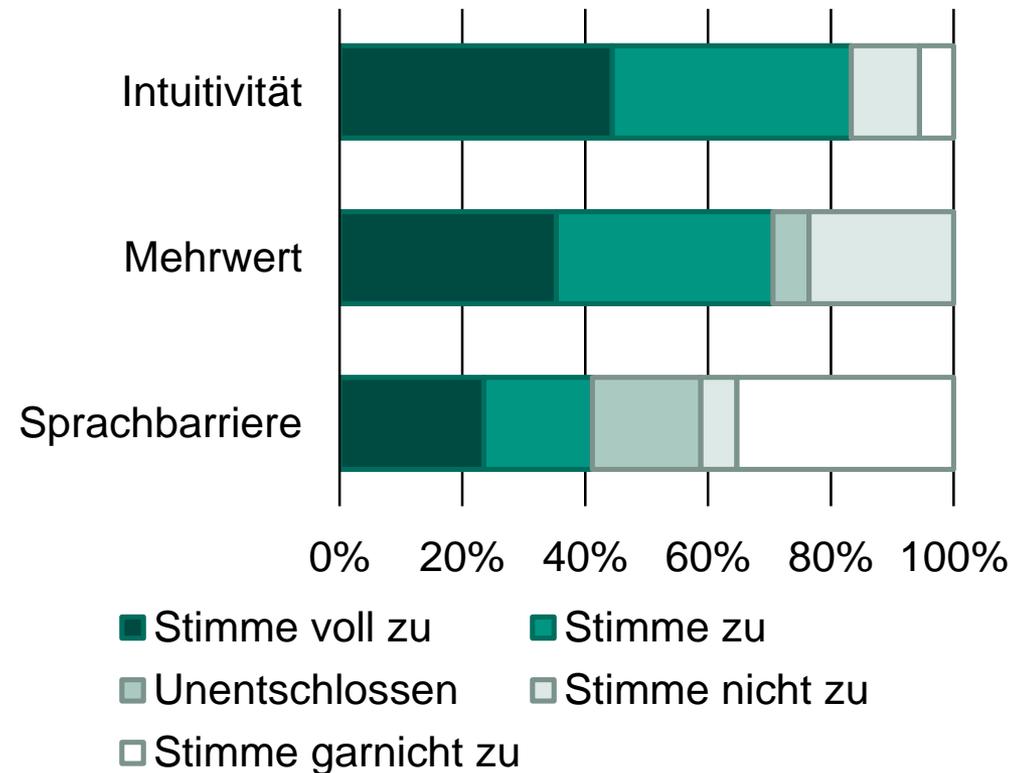
Evaluation

■ Ergebnisse

- 17 Teilnehmer
- **Selbsteinschätzung:** 9 Anfänger, 7 Fortgeschrittene, 1 Experte

■ Erkenntnisse

- Starke **Korrelation** zwischen Erfolg und subjektivem Empfinden
- **Sprachbarriere** in Bezug auf mathematische Sprachdomäne



Evaluation Indirekte Befragung

Ziel: Ist die Reaktion des Dialogsystems auf eine konkrete Frage hinreichend, um einen menschlichen Ansprechpartner zu ersetzen?

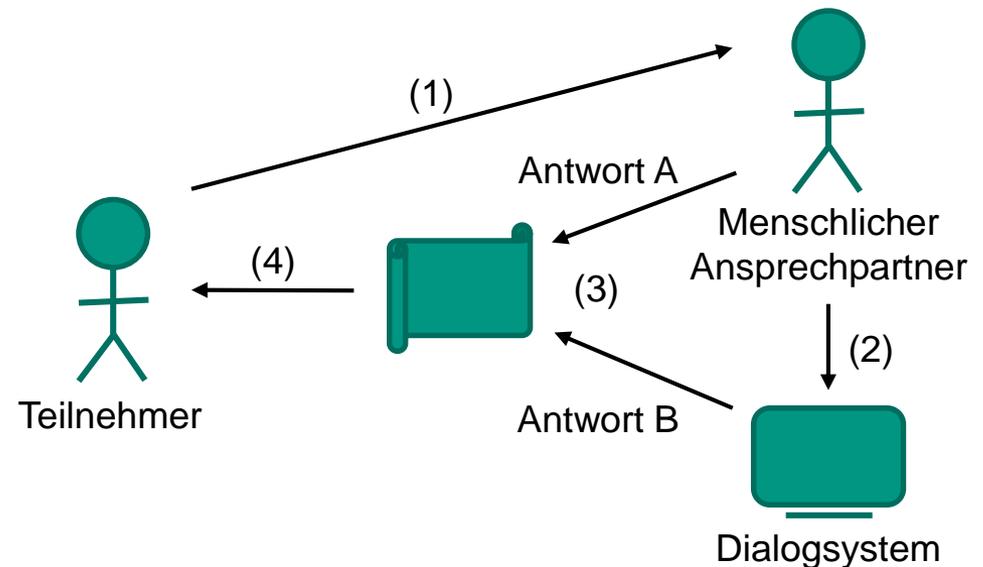
- Verhalten des Systems für Teilnehmer unbekannt
- Inspiriert durch **Imitation-Game** von Alan Turing
- Identifikation der maschinellen Antwort als menschlich: **47,1%**

Beispiel

Teilnehmer Please calculate the product of A6 and B6.

Antwort A When I calculate A6 multiplied by B6 the formula is $(A6*B6)$ and the result is 0,19. Should I store this somewhere in your document?

Antwort B I believe you need $(A6 * B6)$ which results in 0,19. What else can I help you with?



[Tur50]

Evaluation Direkte Befragung

- Bedienung des Dialogsystems durch die Teilnehmer
- Selbstständige Bearbeitung einer Reihe von Aufgabenstellungen

Ergebnisse	Wert
Bearbeitete Aufgabestellungen	170
Anzahl der Interaktionen mit JustLingo	316
Erfolgreiche Lösung	79,5 %

Ziele	Wert
Gemischte Initiative (Mensch / Maschine)	82,9 % / 17,1 %
Auflösung von Mehrdeutigkeiten	34,8 %
Auflösung von Rückbezügen	82,0 %

Ausblick

- Erweiterung der **Eingabemöglichkeiten** (*Philipp Zwickel*)
 - Zuverlässige Rechtschreibkorrektur
 - Sprache-zu-Text und umgekehrt mithilfe der *Microsoft Speech API*
- Umsetzung eines **Lernsystems** (*Fabian Frontzek*)
 - Vorausgegangene Mehrdeutigkeiten in Langzeitgedächtnis behalten
 - System passt sich an Gewohnheiten des Benutzers an
- Erweiterung der **Sprachdomäne** (*Fabian Wiest*)
 - Hinzufügen neuer Muster und Synonyme mithilfe des Dialogsystems
 - Ergänzung des Funktionsumfangs ohne Änderungen an Code und Datenbank

Zusammenfassung

- Entwicklung eines **natürlichsprachlichen Dialogsystems**
 - Motiviert durch die Schwächen des Prototyps
 - Aufbau eines **Gesprächskontexts** über Dialogiterationen hinweg
- Zielsetzung
 - **Gemischte Initiative**: Initiativwechsel zwischen Benutzer und System
 - **Nachfrage**: Korrekturen und Klärung von Mehrdeutigkeiten
 - **Rückbezüge**: Schrittweise Konstruktion zusammengesetzter Formeln
- Evaluation
 - Zu **47%** wurde die maschinell erzeugte Antwort für menschlich erachtet
 - Von 170 Aufgabestellungen **80%** erfolgreich gelöst
- Weitere Arbeiten
 - Erweiterbarkeit der **Sprachdomäne** und **Eingabemöglichkeiten**
 - Umsetzung eines **Lernsystems**

Literatur

- [BCFL13] Jonathan Berant, Andrew Chou, Roy Frostig und Percy Liang: *Semantic Parsing on Freebase from Question-Answer Pairs*. In: Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP), 2013.
- [Ber13] Markus Berg: *Natürlichsprachlichkeit in Dialogsystemen - Stand der Technik in Industrie und Forschung*. Informatik Spektrum, 36(4):371-381, 2013, ISSN 0170-6012.
- [Cor] Microsoft Corporation: *Microsoft Speech Platform SDK 11 Documentation*.
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd266409.aspx>, besucht: 25. März 2014.
- [FBCC+10] David Ferrucci, Eric Brown, Jennifer Chu-Carroll, James Fan, David Gondek, Aditya A. Kalyanpur, Adam Lally, J. William Murdock, Eric Nyberg, John Prager, Nico Schlaefer und Chris Welty: *Building Watson: An Overview of the DeepQA Project*. Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 59:59-79, 2010, ISSN 0738-4602.
- [IfPuDI] Karlsruher Institut für Technologie Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD): *JustLingo - IPD Tichy Projekte*. <http://ps.ipd.kit.edu/JustLingo.php>, besucht: 30. März 2014.
- [KKK09] M.S.H. Khiyal, A. Khan und S. Khalid: *Mobile System Using Natural Language Annotations for Question Answering*. In: Computer Technology and Development, 2009. ICCTD '09. International Conference on, Band 1, Seiten 367-371, Nov 2009.
- [KPB+12] A. Kalyanpur, S. Patwardhan, B.K. Boguraev, A. Lally und J. Chu-Carroll: *Fact-based question decomposition in DeepQA*. IBM Journal of Research and Development, 56(3.4):13:1-13:11, May 2012, ISSN 0018-8646.
- [TKMS03] Kristina Toutanova, Dan Klein, Christopher D. Manning und Yoram Singer: *Feature-rich Part-of-speech Tagging with a Cyclic Dependency Network*. In: Proceedings of the 2003 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics on Human Language Technology - Volume 1, NAACL '03, Seiten 173-180, Stroudsburg, PA, USA, 2003.
- [Tur50] Alan M. Turing: *Computing machinery and intelligence*. Mind, 59:433-460,1950.
- [WWW+13] Sida I. Wang, Mengqiu Wang, Stefan Wager, Percy Liang und Christopher D. Manning: *Feature Noising for Log-linear Structured Prediction*. In: Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP), 2013.