Einführung: Natural Language Processing in der Praxis

Stefan Geißler, Feb 2021

Einführung

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- NLP (Natural language processing = Natürliche Sprachverarbeitung) ist ein wichtiges Teilgebiet der Informationsverarbeitung
- Viele wichtige Anwendungsfelder für Unternehmen und Organisationen
- Diese Vortragsreihe stellt Teilgebiete der NLP vor typische Anwendungen vor

Vorstellung: Stefan Geißler

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- Studium Linguistik / Informatik
- Sieben Jahre Wissenschaftliches Zentrum *IBM* Heidelberg bis 2000
- 2000-2018 Co-Founder von *TEMIS,* frz-dt. Softwareunternehmen
- Verkauf von *TEMIS*, Co-Founder von *Kairntech* (www.kairntech.com) frz-dt. Softwareunernehmen
- DGI-Mitglied (Und bei der Gelegenheit: Danke an die DGI für die reibungslose Zusammenarbeit!)

Fahrplan

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- 10. Feb, 9:00-12:30: NLP Einführung, Anwendungen, Szenarien
- 24.Feb, 16:00-17:30: NLP@Kairntech: Maschinelles Lernen für Endanwender, Teil I: Entitäten-Extraktion.
- 10. März, 16:00-17:30: NLP@Kairntech: Nachbereitung/Fragen zu Entitäten-Extraktion
- 24.März, 16:00-17:30: NLP@Kairntech: Weitere Themen: Dokumenten-Kategorisierung, Annotierung mit Thesauri, …

Achtung I: Verwechslungsgefahr

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

« NLP » (Neurolinguistisches Programmieren): Methoden zum Verständnis von und Einfluss auf Kommunikation, Therapierichtung.

Achtung II: Code voraus!

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Wir werden uns später Programmcode ansehen!

Blick unter die Motorhaube: Interessant selbst, wenn man nicht plant, selbst Projekte zu implementieren.

Vielleicht dennoch ein Einstieg in künftige Beschäftigung mit NLP und deren Umsetzung.

NLP ist weit gekommen

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- Beobachtung 1: Ich persönlich musste die exotische Kombination « Informatik / Linguistik » an meiner Uni damals noch mit Sondergenehmigung durchsetzen. Heute studieren alleine in Heidelberg mehr als 200 Studierende « Computerlinguistik ».

- Beobachtung 2: Maschinelle Übersetzung früher:

- Beobachtung 3: NLP/KI «gefährlich, weil zu gut »?
  (vgl. https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/sep/08/robot-wrote-this-article-gpt-3)

A robot wrote this entire article. Are you scared yet, human?

We asked GPT-3, OpenAI's powerful new language generator, to write an essay for us from scratch. The assignment? To convince us robots come in peace

For more about GPT-3 and how this essay was written and edited, please read our editor's note below

NLP ist weit gekommen

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- Studie von IBM / Pfizer beschreibt AI, die angeblich zur Früherkennung von Alzheimer geeignet ist.
- Kurze (2-3min) Sprach-Samples von Patient/innen werden analysiert. (Trainingsdaten waren ähnliche Samples von Patienten die seit 1948 gesammelt wurden und bei denen evtl spätere Krankheitsverläufe bekannt sind.)
- IBM/Pfizer geben die Genauigkeit mit AUC 0,74 an.
- AUC?
- Exkurs:
  - « AUC »?, « Recall »?, « Precision »?

NLP TO BE A POTENTIAL BREAKTHROUGH FOR DETECTING ALZHEIMER'S DISEASE

LATEST NEWS NATURAL LANGUAGE PROCESSING
by Astha Oriel / November 12, 2020 / 0 comments

The AI-model will function as an early warning system for healthcare professionals regarding Alzheimer's disease.

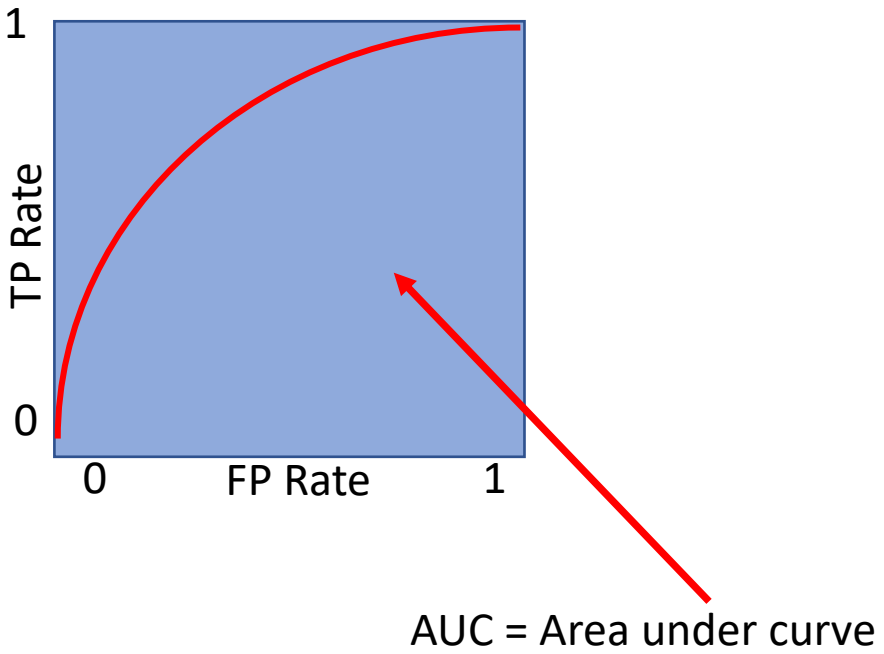
(Exkurs: Metriken)

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Predicted

Actual		Negative	Positive
	Negative	True Negative	False Positive
	Positive	False Negative	True Positive

- Recall = TP / (TP + FN) (oft auch « Sensitivity »)
- Precision = TP / (TP + FP) (oft auch « Specificity »)
- Accuracy = (TP+TN) / (TP + FP + TN + FN)

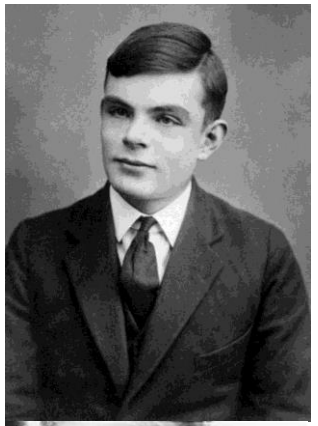


- Recall und Precision können immer einzeln auf 100% optimiert werden (auf Kosten des jeweils anderen Wertes)
- Schwellwert: Ab wann ist ein Datum positive/negative?
- AUC = Fläche über alle möglichen Schwellwerte hinweg
- Veschiedene Szenarien können verschiedene Schwellwerte erfordern: Kreditkartenbetrug? Sorgerechtsentzug? Unwetterwarnung? …

NLP: Namen

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- Einige wichtige Namen



  - **Alan Turing** (1912-1954), britischer Mathematiker
    - Schuf mit ‘On computable numbers’ (1937) die formalen Grundlagen für programmierbare Rechenmaschinen
    - Schlug Test zur Bestimmung der Denkfähigkeit von Maschinen vor. ‘Turing-Test’
    - Entscheidende Beiträge zur Entschlüsselung der Enigma-Verschlüsselung im 2. Weltkrieg
  - **Noam Chomsky** (*1928), US-amerikanischer Linguist
    - ‘Syntactic Structures’ (1957), formale Modellierung von Sprache durch Regeln
  - **Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio, Yann LeCun**
    - Entscheidende Beiträge zur Wiederentdeckung von Neuronalen Netzen im Maschinellen Lernen, u.a. NLP

NLP: Bedeutung als Markt

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Oft zitierte Abschätzung:

> ‘Ca 80% der geschäftskritischen Informationen liegen in textueller Form vor.’
> (Also nicht in strukturierter Form, z.B. als Tabellen)

Größe des NLP-Marktes weltweit

> Geschätzt 27,6 Mrd US$ bis 2026, heute ca 10 Mrd US$, jährliches Wachstum ca 19% (Quelle: PRNewsWire)

NLP: Szenarien

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

NLP bietet eine Vielzahl von Anwendungsszenarien:

- Dokumentenkategorisierung und –verschlagwortung
  - Zu welcher Kategorie gehört ein Dokument, welche Schlagwörter sind angemessen?
- Informationsextraktion
  - Identifikation bestimmter Informationen wie Personennamen, Orten, Firmennamen, …
- Suche
  - Fehlertoleranz, Relevanz für den jeweiligen Nutzer, Treffer auch ohne direkten textuellen Treffer, Gewichtung, …
- Sentiment Analysis
  - Welche Einstellungen sind in Text (z.B. Kundenfeedback, Review, …) zu erkennen: Zustimmung, Ablehnung
- Chatbots
  - Frage-/Antwort-Systeme z.B. in Kundendienst
- Spracherkennung
  - Erkennung natürlicher gespochener Sprache, Sprecheridentifikation
- Maschinelle Übersetzung
- Automatische Textgenerierung
- Automatische Textzusammenfassung
- Forensische Dokumentenanalyse (Autorenidentifikation, Plagiatserkennung, …)

Warum ist Sprache so schwierig (zu verarbeiten)?

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Sprache ist ambig, ständig im Wandel, keinen eindeutigen formalen Regeln gehorchend

Ambiguitäten (Mehrdeutigkeiten) gibt es auf vielen Ebenen:

- Phonetisch: Wahl/Wal, Kälte/Kelte, Seite/Saite, Waagen/Wagen, Waise/Weise, …
- Wortbedeutung: « Mein Geld liegt auf der Bank » (Bank als Sitzmöbel oder Geldinstitut?)
- Wortarten (« Part of Speech »): « Rasen ist gefährlich » (« rasen » das Verb oder « Rasen » die Grünfläche?)
- Syntaktisch: « Ich sah die Frau mit dem Teleskop. » (Frau hat das Teleskop oder Frau wird durch das Teleskop gesehen?)
- Quantoren-Skopus: « Alle Filme sind nicht sehenswert. » (« Es ist der Fall, dass nicht alle Filme sehenswert sind. » Oder « Es ist der Fall, dass alle Filme nicht sehenswert sind. »?)
- Pragmatisch: (Sprechakt): « Die Spülmaschine ist voll. » (Aufforderung: « Bitte schalte die Spülmaschine an »?)
- Koreferenz: « Der Mann betrat den Raum. Er war sehr groß. » (Der Mann oder der Raum?)

Warum ist Sprache so schwierig (zu verarbeiten)?

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Was ist die Bedeutung des Satzes:

I never said she stole my money.

1. ***I*** never said she stole my money.
   (aber jemand anderes hat das gesagt)
2. I ***never*** said she stole my money.
   (das habe ich nie gesagt)
3. I never ***said*** she stole my money.
   (aber gedacht habe ich es schon
4. I never said ***she*** stole my money.
   (das war jemand anderes, der es gestohlen hat)
5. I never said she ***stole*** my money.
   (sie hat es sich nur ausgeliehen)
6. I never said she stole ***my*** money.
   (sie hat das Geld von jemand anderem gestohlen.)
7. I never said she stole my ***money***.
   (aber mein Silberbesteck hat sie genommen.)

Beispiel aus https://en.cs.uni-paderborn.de/fileadmin/informatik/fg/css/computational-argumentation-s19/ca19-part02-basics-of-natural-language-processing.pdf

Anwendungsbeispiel

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Szenario:

Anwendung, die eine Datenbank mit Fakten aus natürlich-sprachlichen Texten füllt.

"2014 ad revenues of Google are going to reach $20B. The search company was founded in '98. Its IPO followed in 2004. [...] "
→Founded(Google, 1998).

Erfordert eine ganze Reihe von Schritte/Methoden:

- Informationsextraktion / Named-Entity Extraction:
  - "Google" ist eine Entität (Unternehmen).
  - '98 ist (hier) ein Datum, Jahreszahl : 1998
- Anaphoraresolution:
  - "The search company" verweist auf die Entität "Google".
- Relationsextraction
  - In dem 2. Satz ist eine Relation « Gegründet » (found) mit « Google » als gegründeter Firma und « 98 » als Datum ausgedrückt.

Beispiel aus https://en.cs.uni-paderborn.de/fileadmin/informatik/fg/css/computational-argumentation-s19/ca19-part02-basics-of-natural-language-processing.pdf

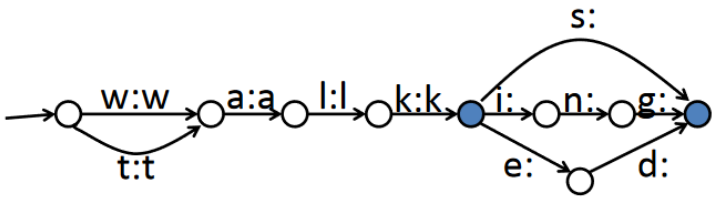
NLP: von ‘regelbasiert’ …

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Regelbasiert:

Beispiel Morphologie

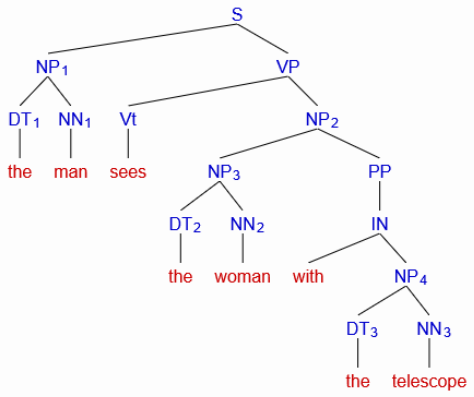
Modellierung der Beziehung der Verbforen “walks”, “walked”,“walking”, “talks”, “talking”, “talked” zu “walk” bzw. “talk” mit *finite-state-transducers*
(vgl. https://www.cis.uni-muenchen.de/~fraser/morphology_2016/folien_03.pdf

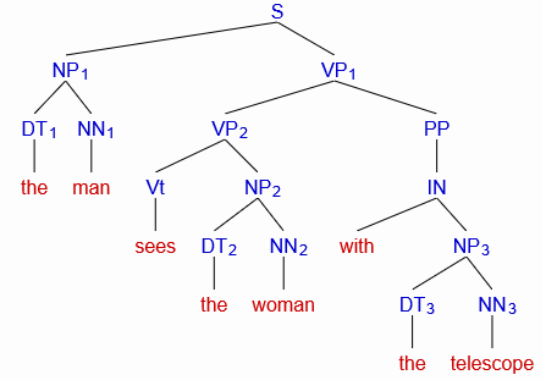


Beispiel Syntax

S → NP VP
VP→ Vi
VP → Vt NP
VP → VP PP
NP→ DT NN
NP→ NP PP
PP→ IN NP

Vi→sleeps
Vt→saw
NN→man
NN→woman
NN→telescope
DT→the
IN→with





(Was ist das Problem mit regelbasierter NLP?)

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- Regeln sind oft unverzichtbar und erlauben oftmals mächtige, detaillierte Modellierung eines Sachverhalts …

- Aber: Im Alltag können Regelsysteme rasch überaus komplex und aufwändig zu erstellen, zu pflegen und zu debuggen sein.

- Beispiel: Telefonnummern mit Regulären Ausdrücken

  - Einfache lokale Nummer, Bsp. “123456” → Regex “[0-9]{3,8}”
  - Mit Vorwahl “0452 56312” → Regex “0[1-9][0-9]{1,4} [0-9]{3,8}”
  - Vorwahl mit optionalem “/” → Regex “0[1-9][0-9]{1,4}\/?[0-9]{3,8}”
  - Nummer mit Zahlenblöcken? → Regex “0[1-9][0-9]{1,4}\/?([0-9]{2,4}\s?){2,4}”
  - Und die Internationale Vorwahl? …

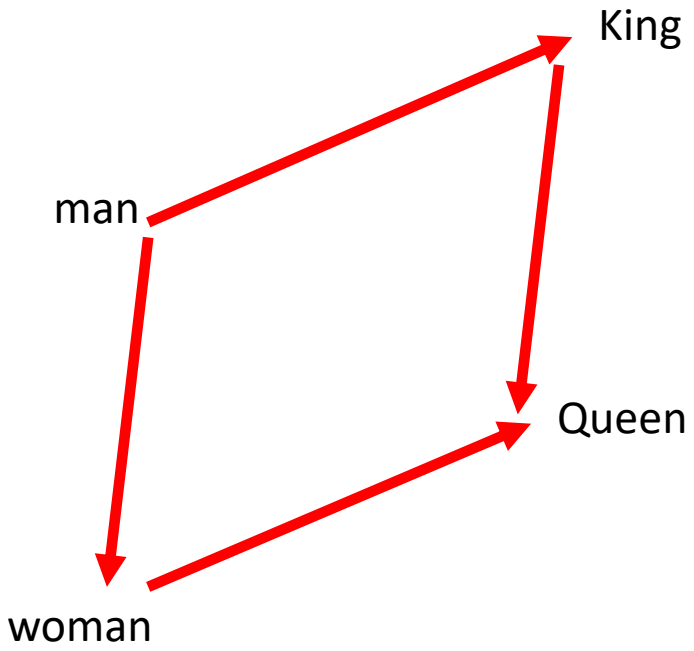
  - …. → Regex “(([+][(]?[0-9]{1,3}[)]?)|([(]?[0-9]{4}[)]?))\s*[)]?[-\s\.]?[(]?[0-9]{1,3}[)]?([-\s\.]?[0-9]{3})([-\s\.]?[0-9]{3,4})”

- Und das sind “nur” Telefonnummern! Grammatiken für komplexere Phänomene werden rasch unhandhabbar und / oder teuer und erfordern oft hochspezialisierte Expert/innen und viel Geduld und Erfahrung.

… zu Neuronaler NLP

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

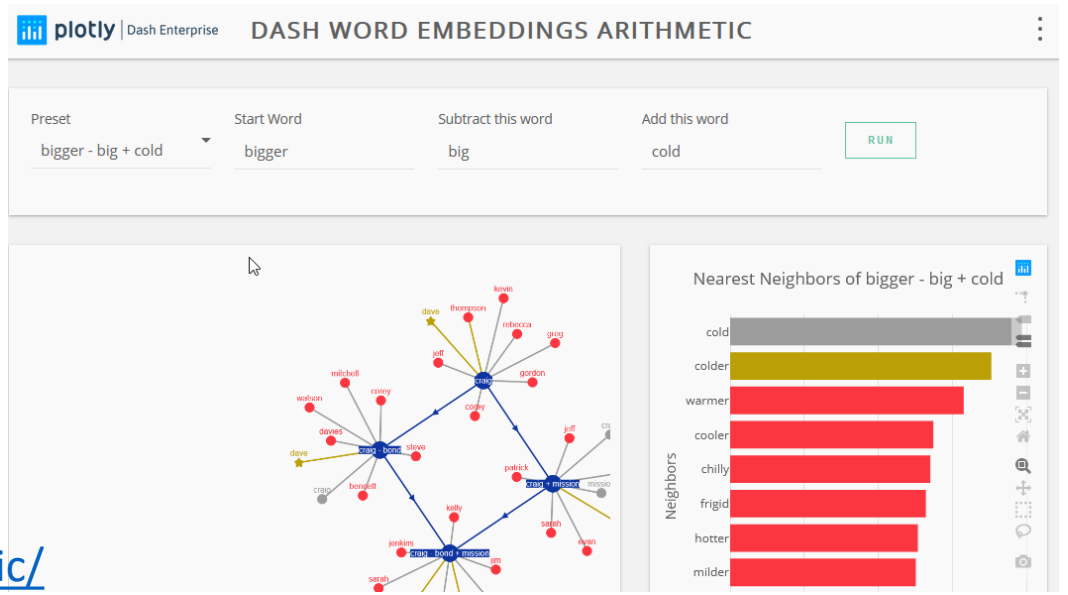
- Überaus erfolgreiches neues (seit ca 10 Jahren) Paradigma
- Künstliche Neuronale Netze lernen Muster in Natürlicher Sprache
- "Deep Learning" (deep: Netze mit vielen Schichten von Neuronen) setzen seit langem die Standards in vielen NLP-Teilgebieten
- Gründe:
  - Massiv angestiegene Rechenkapazitäten
  - Massiv angestiegene Verfügbarkeit von Trainingsdaten
  - Algorithmische Forschritte
- Beispielhaft für den Erfolg dieser Ansätze: "Word embeddings"
  - Wörter werden auf Vektoren im multidimensionalen Raum abgebildet
  - Lässt sich effizient auf riesigen unannotierten Daten trainieren
  - Vektorarithemik:
    - "König – Mann + Frau = Königin"
    - "Paris – Frankreich + Spanien = Madrid"
  - "… a key secret sauce for many NLP application …" (Luong et al 2013)



Ausprobieren ...

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

```
>>> import gensim
>>> import gensim.downloader as api
>>> word_vectors = api.load("glove-wiki-gigaword-100")
[==================================================] 100.0% 128.1/128.1MB downloaded
>>> result = word_vectors.most_similar(positive=['woman', 'king'], negative=['man'])
>>> most_similar_key, similarity = result[0]
>>> print(f"{most_similar_key}: {similarity:.4f}")
queen: 0.7699
>>> result = word_vectors.most_similar(positive=['rome', 'spain'], negative=['italy'])
>>> most_similar_key, similarity = result[0]
>>> print(f"{most_similar_key}: {similarity:.4f}")
madrid: 0.7035
```

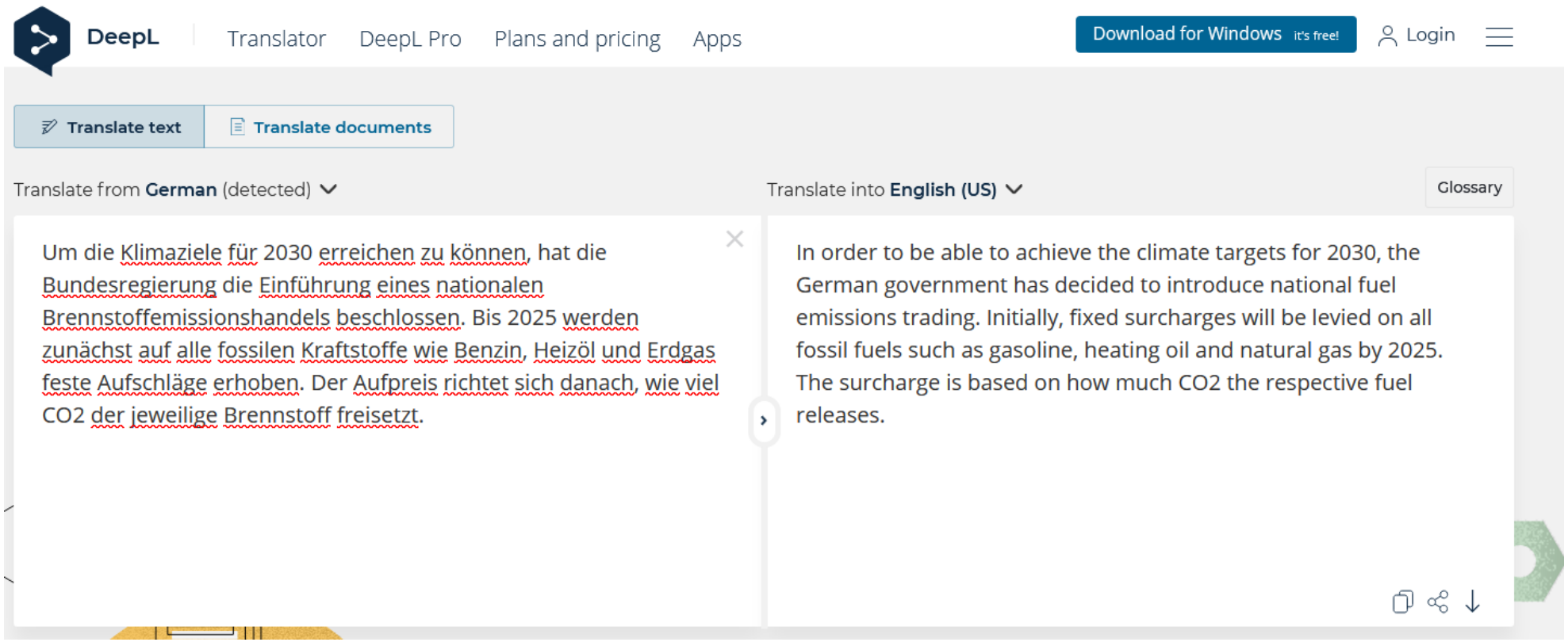


https://dash-gallery.plotly.host/dash-word-arithmetic/

Einige Demos

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

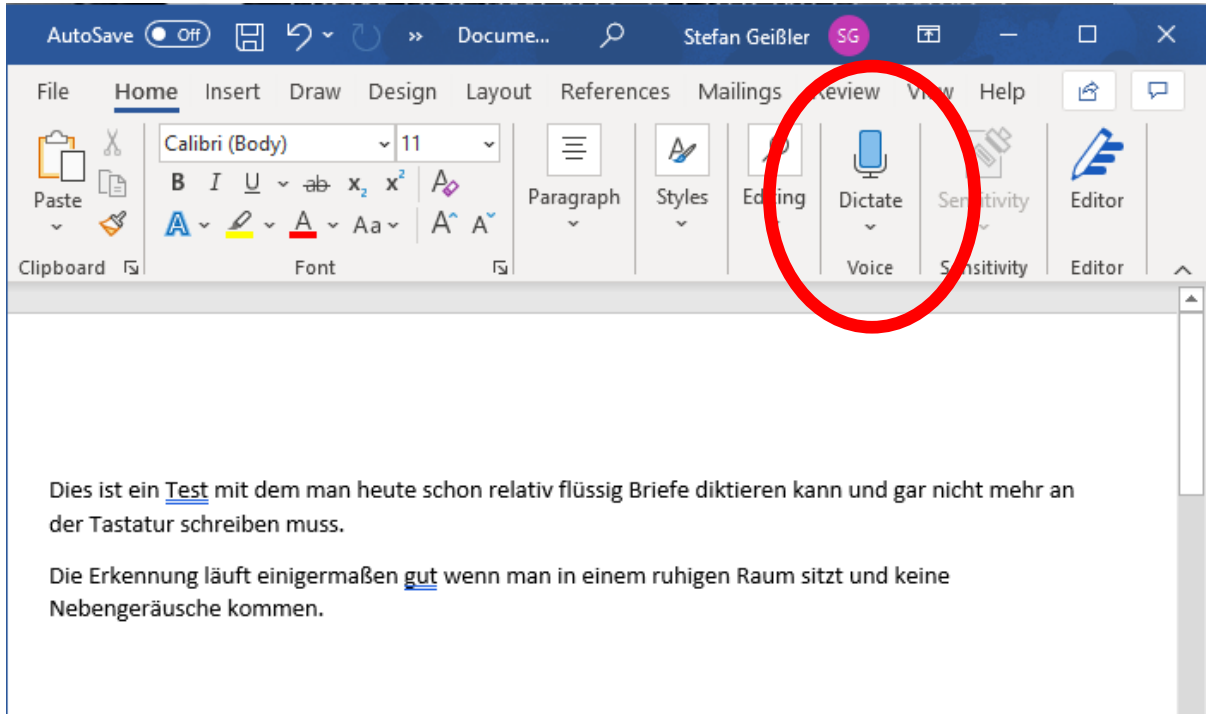
1. Maschinelle Übersetzung, Beispiel: www.DeepL.com

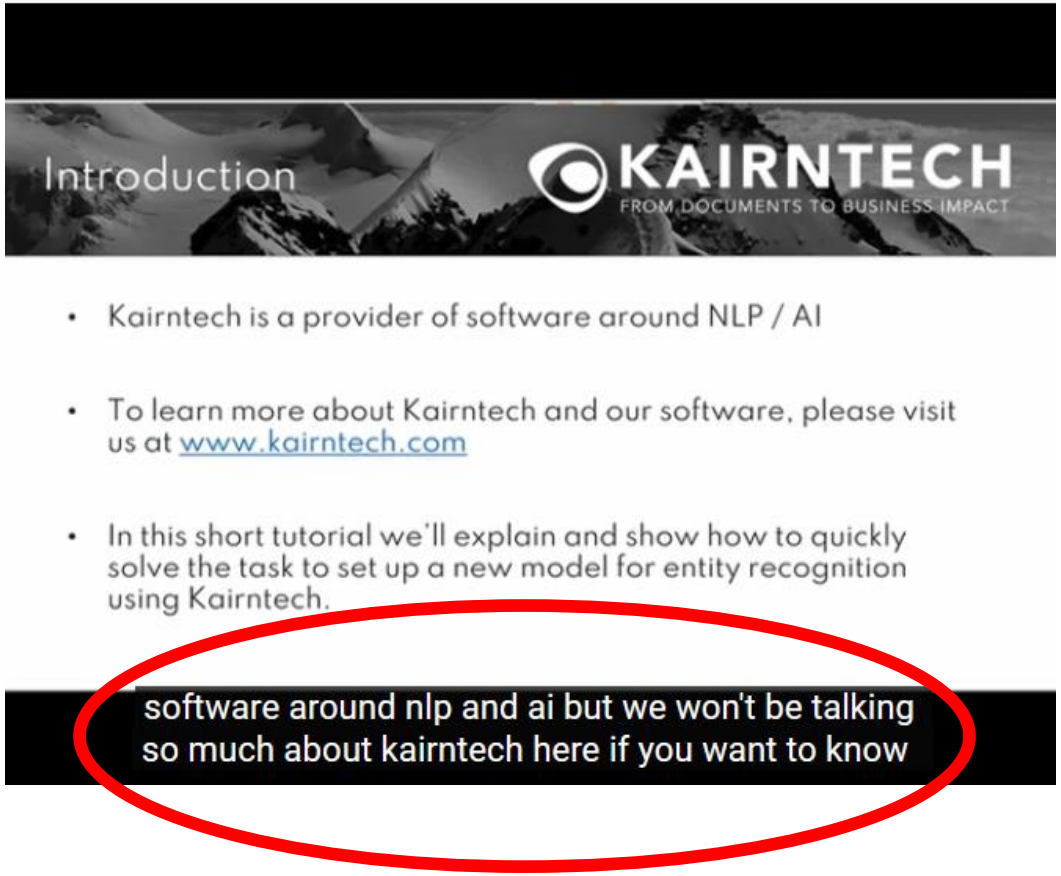


Einige Demos

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

2. Spracherkennung: Texte diktieren in MS-Word. Automatische Untertitel in Youtube





Einige Demos

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

3. Sprachverstehen:
https://www.pragnakalp.com/demos/BERT-NLP-QnA-Demo/

Beantwortung von Fragen zu kurzen Textpassagen:

Beispiel: zufällig ausgewählter Text:

"China is home to the world's largest high-speed rail network, which stretches over 37,000 kilometers, and the fastest commercially operating train -- the Shanghai maglev.
The country's first high-speed Maglev train, it began operating in 2003. Running at a top speed of 431 kph, the train links Shanghai Pudong Airport and Longyang Road in the eastern side of Shanghai.

China has been eager to make further infrastructure improvements ahead of the 2022 Winter Olympics, which will take place in Beijing. "

Fragen / Antworten:

Question 1 *

When did China start to use the Maglev trains.

2003

Question 2

How fast can the Magelv trains run.

431 kph

Question 3

Which stations are served today by the Magelv

Shanghai Pudong Airport and Longyang Road

Einige Demos

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

4. “Entailment”? (logische Beziehung zwischen Aussagen):
https://demo.allennlp.org/textual-entailment/MjY0OTAzMQ==

Premise

Two women are wandering along the shore drinking iced tea.

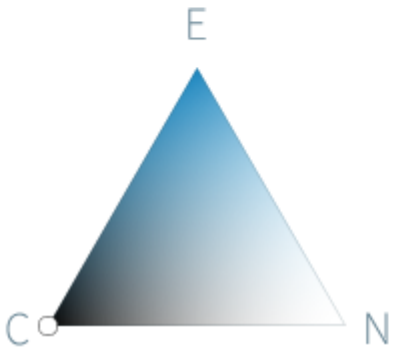
Hypothesis

Two women are sitting on a blanket near some rocks talking about politics.

Run >

Summary

It is **very likely** that the premise **contradicts** the hypothesis.



Judgment	Probability
Entailment	0%
Contradiction	99.8%
Neutral	0.2%

Einige Demos

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

5. Wortbedeutungen / ähnliche Wörter: https://explosion.ai/demos/sense2vec

Analyse von semantisch ähnlichen Konzepten zu “Kevin Spacey” in Reddit-Beiträgen aus 2015 vs 2019

Term	Sense	Year
Kevin Spacey	auto	2015

Matt Damon	89%
James Spader	88%
Samuel L. Jackson	88%
Christoph Waltz	88%
Tom Hanks	88%
Bill Murray	88%
Ed Norton	87%

Term	Sense	Year
Kevin Spacey	auto	2019

Spacey	84%
Harvey Weinstein	82%
Bryan Singer	76%
Bill Cosby	76%
Kevin spacey	76%
Louis CK	71%
Woody Allen	71%

Zeit für ein wenig Praxis:

NLP mit Python

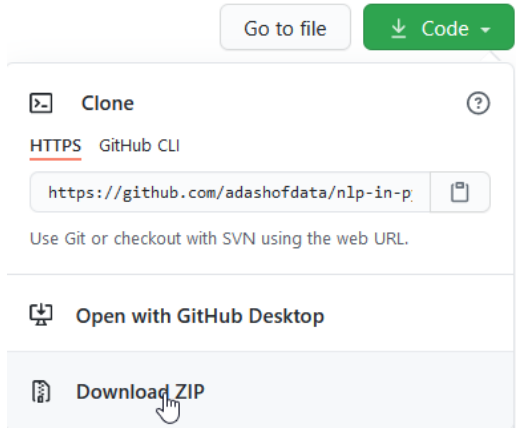
KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

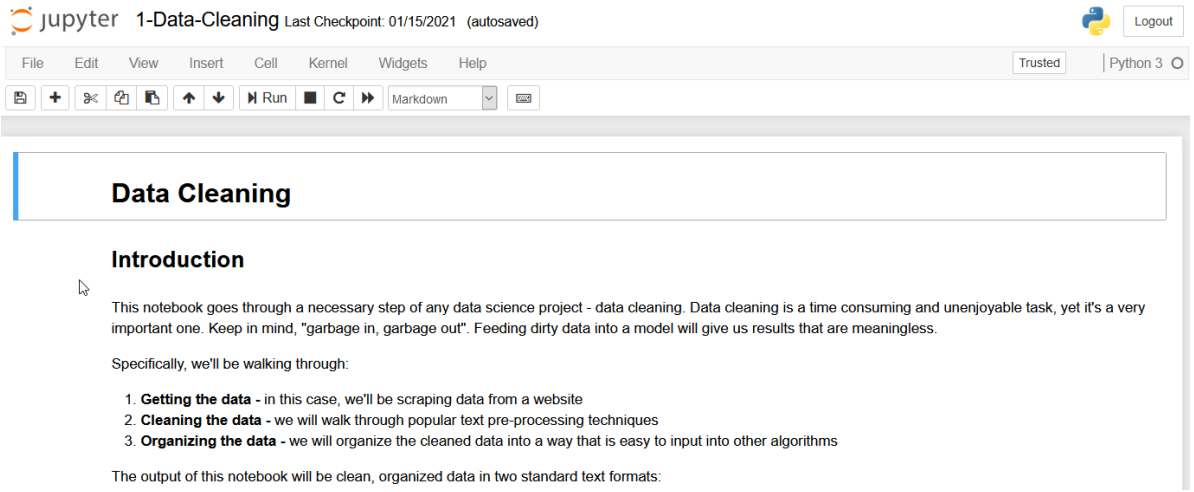
- NLP lebt vom aktiven Anwenden von Algorithmen und Programmpaketen
- NLP hat eine sehr aktive Open-Source-Gemeinde: Programmcode in sehr guter Qualität ist offen und frei verfügbar
- Empfehlung:
  - Selber einsteigen! (Selbst wenn man nicht vorhat, eigene Projekte zu implementieren)
  - Github (www.github.com): Große Sammlung (technisch: Versionsverwaltungssystem) von Software-Projekten
  - Python (www.python.org): Programmiersprache, sehr verbreitet in NLP/AI

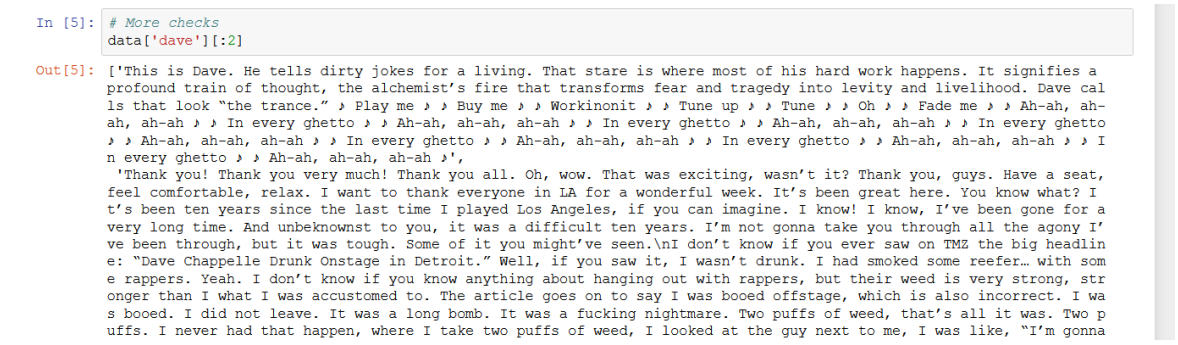
Schritt für Schritt

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

1. Installation von Python: Für Windows www.anaconda.com
2. Installation eines ausgewählten (von unzähligen) Tutorials: https://github.com/adashofdata/nlp-in-python-tutorial
   Zip File herunterladen und entpacken.
3. (Passend dazu: Youtube: https://youtu.be/xvqsFTUsOmc)
4. Starten eines Python Notebook im neuen Verzeichnis
   jupyter notebook
5. Projektcode kann eingesehen, manipuliert, ausgeführt werden
   http://localhost:8888/tree/nlp-in-python-tutorial (dieser Link klappt nur wenn sie das Tutorial auch bei sich installiert und jupyter im entsprechenden Verzeichnis gestartet haben)







NLP-in-Python-2

Einfache Dokumentenkategorisierung

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

1. Installation des Tutorials: https://github.com/keithgalli/pycon2020
2. Vorgehen wie gehabt

http://localhost:8888/notebooks/nlp-in-python-tutorial2/NLP_techniques.ipynb
(Achtung: Auch dieser Link setzt die entsprechende Installation des Tutorials bei Ihnen voraus)

Fit vectorizer to transform text to bag-of-words vectors

```
In [2]: from sklearn.feature_extraction.text import CountVectorizer

vectorizer = CountVectorizer(binary=True)
train_x_vectors = vectorizer.fit_transform(train_x)

print(vectorizer.get_feature_names())
print(train_x_vectors.toarray())
```

```
['book', 'fit', 'great', 'is', 'love', 'shoes', 'the', 'this']
[[1 0 0 0 1 0 1 0]
 [1 0 1 1 0 0 0 1]
 [0 1 1 1 0 0 1 0]
 [0 0 0 0 1 1 1 0]]
```

Inhalte

- Kategorisierung von (sehr einfachen) Texten
- Darstellung eines Corpus als „Bag of Words“, als Matrix
- Grenzen
- Erweiterung mit „Word Embeddings“

NLP-in-Python-3

Einfache Rechtschreibkorrektur

Code in https://norvig.com/spell-correct.html (Peter Norvig, Forschungsdirektor bei Google)

Einfache Rechtschreibkorrektur in ca 40 Zeilen Python, ohne jede manuell erstellten Regeln, nur mit rohen Textdaten als “Trainingsinput”

Project ist einfache, lehrreiche Fingerübung.

http://localhost:8888/notebooks/nlp-spellchecking/myspell.ipynb
(Achtung: Auch dieser Link setzt die entsprechende Installation des Tutorials bei Ihnen voraus)

NLP mit Spacy

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

1. Python-Library für NLP (https://spacy.io)

2. Tutorial zum Einstieg: Von Damir Cavar (Univ. Indiana): https://github.com/dcavar/python-tutorial-notebooks/blob/master/notebooks/spaCy%20Tutorial.ipynb

3. Spacy bietet einfaches Interface zur Integration von NLP in Python-Code an
   - Tokenisation
   - POS-Tagging
   - Parsing
   - Entity-Extraktion
   - Wort/Term-Ähnlichkeiten

```
In [15]: text = """Apple decided to fire Tim Cook and hire somebody called John Doe a
         They also discussed a merger with Google. On the long run it seems more like
         will merge with Amazon and Microsoft with Google. The companies will all rel
         Austin in Texas before the end of the century. John Doe bought a Prosche."""

         doc = nlp(text)
         displacy.render(doc, style='ent', jupyter=True)
```

Apple ORG decided to fire Tim Cook PERSON and hire somebody called John Doe PERSON as the new CEO. GPE They also discussed a merger with Google ORG . On the long run it seems more likely that Apple ORG will merge with Amazon ORG and Microsoft ORG with Google ORG . The companies will all relocate to GPE Austin GPE in Texas GPE before the end of the century DATE . John Doe PERSON bought a Prosche PRODUCT .

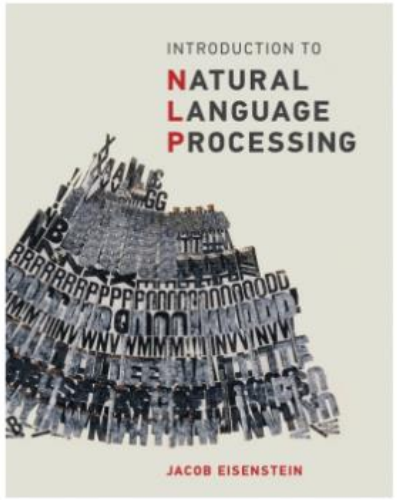
Fazit

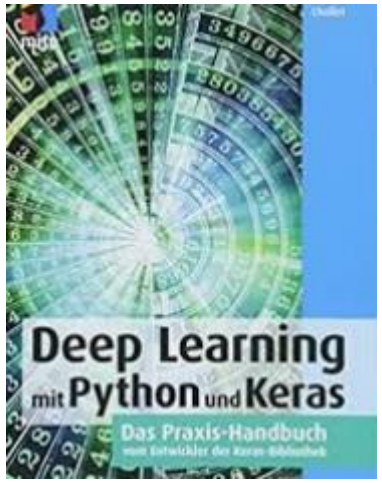
KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- Selber Erfahrungen sammeln!
- Der Einstieg ist mit offenen Plattformen und freien Werkzeugen (Github, Python, …) rasch gemacht
- Erwartung: Beim Arbeiten an einem realen Problem steht oft die Frage der Datenbeschaffung, - vorverarbeitung, -reinigung mehr in Vordergrund als der letztliche jeweilige Analysealgorithmus.
- Pakete, Modelle von der Stange (oder aus der Public Domain) sind oft ein guter Einstieg für die Lösung des eigenen Problems … aber oft – stets - sind Anpassungen im Detail nötig.

Quellen/Leseempfehlung

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT





- Eisenstein, Jacob,'Introduction to Natural Language Processing', 2018: https://raw.githubusercontent.com/jacobeisenstein/gt-nlp-class/master/notes/eisenstein-nlp-notes.pdf
- https://en.cs.uni-paderborn.de/fileadmin/informatik/fg/css/computational-argumentation-s19/ca19-part02-basics-of-natural-language-processing.pdf

- Francois Chollet: Deep Learning mit Python und Keras, mitp, 2018

Fahrplan

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

- 10. Feb, 9:00-12:30: NLP Einführung, Anwendungen, Szenarien
- 24.Feb, 16:00-17:30: NLP@Kairntech: Maschinelles Lernen für Endanwender, Teil I: Entitäten-Extraktion.
- 10. März, 16:00-17:30: NLP@Kairntech: Nachbereitung/Fragen zu Entitäten-Extraktion
- 24.März, 16:00-17:30: NLP@Kairntech: Weitere Themen: Dokumenten-Kategorisierung, Annotierung mit Thesauri, …

Nächste Schritte

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Bei Interesse an den kommenden DGI Online-Seminaren von Kairntech:

- Anmelden (über DGI) : https://dgi-info.de/events/
- Interesse, mit eigenen Daten an eigenen Fragen zu arbeiten? Fragestellung überlegen und Beispielsdaten vorbereiten
  - Fragestellung: z.B. Extraktion bestimmter Entitäten aus Dokumenten
  - Beispielsdaten: einige Dutzend Beispielsdokumente (bleiben Ihr Eigentum, werden nicht geteilt)
  - Absprache unter info@kairntech.com (Subject: 'DGI Webinar') für Details zu Login, Formaten etc
- Zugang zu Kairntech-Software (unverbindlich+kostenfrei) bis Ende März 2021.

Zum Abschluss

KAIRNTECH
FROM DOCUMENTS TO BUSINESS IMPACT

Q/A

Fragen?

Kommentare?

Diskussion?

Kritik?

Vorschläge?