

Word Embeddings und genderlinguistische Forschung

Dominic Schmitz

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

GENELLI Projektgruppe
20. Oktober 2025

Fahrplan

1. Generelles zu Word Embeddings
2. Anwendungsbeispiele

Word Embeddings

- Harris (1954)

„Words that occur in similar contexts tend to have similar meanings.“

- bedeutungsgleiche oder -ähnliche Wörter haben ähnliche syntaktische Umgebungen

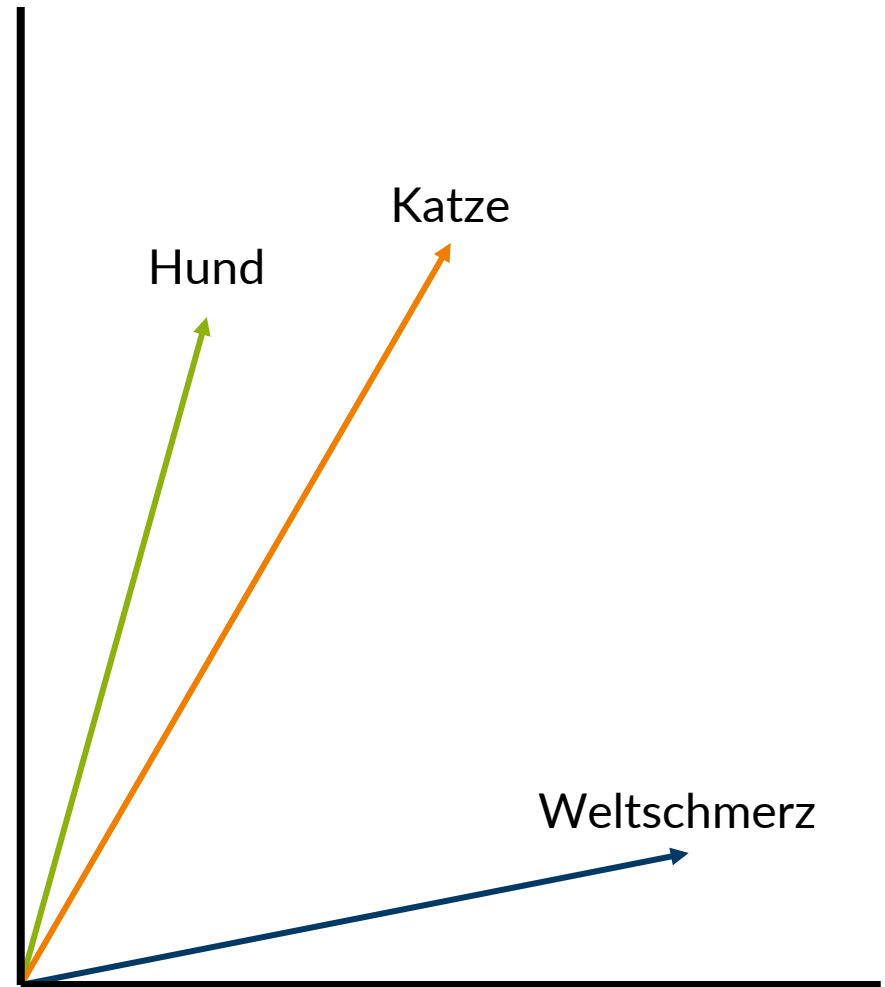
- Firth (1957)

„You shall know a word by the company it keeps.“

- Bedeutung ergibt sich aus regelmäßiger Kookurrenz
- Harris lieferte die distributionelle Hypothese – Firth die prägnanteste Formulierung und die korpuslinguistische Brücke dazu

Vektorraum-Modell

- Wortbedeutung wird als Vektor repräsentiert
- dabei kodieren Vektoren die statistische Verteilung eines Wortes über relevante sprachliche Kontexte
- **Vektoren** = Wegweiser zu Punkten im semantischen Raum
- **semantische Ähnlichkeit** = Distanz zwischen Vektoren



Kookurrenz

- über welchen **Kontext** hinweg wird Kookurrenz erfasst?
- das ist von Modell zu Modell und Implementierung zu Implementierung verschieden
- Beispiele
 - Wörter im Satz, Absatz, Dokument
 - Wörter in einem festen Wortfenster
 - Wörter in bestimmten syntaktischen Beziehungen
 - etc.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform **h₂ébōl* zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die **Äpfel** (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den **Äpfeln** sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort **Apfel** wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie **Apfel** oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung **Äpfel** (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird **Apfel** genannt. Der Blühbeginn des Apfels markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Die Äpfel (*Malus*) bilden eine Pflanzengattung der Kernobstgewächse (*Pyrinae*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Nicht zu verwechseln mit den Äpfeln sind die nicht näher verwandten Granatäpfel (*Punica granatum*). Das Wort Apfel wird auf die indogermanische Grundform $*h_2ébōl$ zurückgeführt. Der wissenschaftliche Gattungsname *Malus* ist abgeleitet von dem lateinischen Wort *malum*, was auf Deutsch so viel wie Apfel oder apfelförmige Frucht bedeutet. Die Arten der Gattung Äpfel (*Malus*) sind sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die Frucht des Apfelbaumes wird Apfel genannt. Der Blühbeginn des **Apfels** markiert im phänologischen Kalender den Beginn des Vollfrühlings.

Wortfenster

Spalten:
Eigenschaften des
Vokabulars

	Malus	verwandt	Granatapfel	Frucht	Baum	...
Apfel	2	1	1	2	1	...

Zeilen:
Wörter, an denen
wir interessiert sind

Wortfenster

Spalten:
Eigenschaften des
Vokabulars

	Malus	verwandt	Granatapfel	Frucht	Baum	...
Apfel	2	1	1	2	1	...
Baum	1	0	0	1	0	...

Zeilen:
Wörter, an denen
wir interessiert sind

Apfel, Baum und Birne

	Malus	verwandt	Granatapfel	Frucht	Baum	...
Apfel	2	1	1	2	1	...
Baum	1	0	0	1	0	...

- $\vec{v}_{Apfel} = \langle 2, 1, 1, 2, 1, \dots \rangle$
- $\vec{v}_{Baum} = \langle 1, 0, 0, 1, 0, \dots \rangle$

	Malus	verwandt	Granatapfel	Frucht	Baum	...
Birne	1	1	0	2	1	...

- $\vec{v}_{Birne} = \langle 0, 1, 0, 2, 1, \dots \rangle$

Apfel, Baum und Birne

- ein **Standardmaß** für die Ähnlichkeit zweier Vektoren ist der Kosinus des Winkels zwischen den Vektoren, die **Kosinus-Ähnlichkeit**
 - $\text{Kosinus} = 1 \rightarrow$ Vektoren sind identisch
 - $\text{Kosinus} = 0 \rightarrow$ Vektoren sind orthogonal (rechtwinkling)
- weitere Maße
 - **euklidische Distanz**: kleiner Wert = große Ähnlichkeit
 - **Korrelation**: hoher Wert = große Ähnlichkeit

Kosinus-Ähnlichkeit

	Baum	Birne
Apfel	0.85	0.91

euklidische Distanz

	Baum	Birne
Apfel	2.24	1.41

Entscheidungen und Varianten

- **Vorverarbeitung**
 - Wortformen vs. Lemmata
 - mit oder ohne Funktionswörter
 - etc.
- **Kontextart:** Wortfenster, Textteil, etc.
- **Gewichte:** Häufigkeiten, Wahrscheinlichkeiten, etc.
- ...und damit man nicht alles selbst kodieren muss: welches **Modell**?

word2vec

- entwickelt von Mikolov et al. (2013)
- modelliert die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wort in einem bestimmten Kontext vorkommt
- d.h. Bedeutung wird aus wiederkehrenden Wortnachbarschaften erlernt
- Vektoren können in „zwei Richtungen“ trainiert werden
 - CBOW (continuous bag of words): Kontext → Zielwort vorhersagen
Der _____ wächst am Baum. das Modell lernt, dass *Apfel* hier am besten passt
 - Skip-Gram: Zielwort → Kontextwörter vorhersagen
Apfel das Modell lernt, dass passende Kontexte *Baum, Frucht* sind
- CBOW ist bei großen Korpora eindeutig schneller

fastText

- entwickelt von Bojanowski et al. (2016)
- baut auf *word2vec* auf und erweitert es um „subword“-Informationen
 - hierdurch kann das Modell auch Vektoren für seltene und unbekannte Wortformen erstellen
- Wörter bestehen aus Buchstabenfolgen, deren Vektoren kombiniert werden
 - *Apfel* = <Ap, pf, fe, el>
 - *Birne* = <Bi, ir, rn, ne>
 - *Baum* = <Ba, au, um>

GloVe

- entwickelt von Pennington et al. (2014)
- kombiniert lokale Kontexte mit globalen Häufigkeiten
 - erstellt eine Kookurrenzmatrix (Wörter x Kontexte) mit log-transformierten Häufigkeiten
 - das Modell lernt, diese Matrix mit möglichst geringem Fehler zu rekonstruieren
- *Apfel* und *Birne* treten ähnlich oft mit *Baum*, *Frucht*, *süß*, *Markt* auf
→ große Nähe
- *Baum* teilt globale Kontexte wie *Natur*, *Obst*, *Wald*
→ moderate Nähe

Naive Discriminative Learning (NDL)

- entwickelt von Baayen et al. (2011), basiert auf psychologischer Grundlage von Rescorla & Wagner (1972)
- Lernen = Aufbau und Anpassung von assoziativen Gewichten zwischen **Cues** (Spalten) und **Outcomes** (Zeilen)
- kein Vorhersagemodell, sondern Lernsimulation
 - wenn *Apfel* mit *Baum* auftritt → Gewichtungen verstärkt
 - wenn *Baum* ohne *Apfel* vorkommt → Gewichtung abgeschwächt

Anwendungsbeispiele

aus der genderlinguistischen Forschung

Semantischer Wandel

Sökefeld, C., & Amaral, P. (2025). Semantic change of female-denoting nouns in diachronic German corpora. *Proceedings of the Linguistic Society of America*, 10(1), 5905. <https://doi.org/10.3765/plsa.v10i1.5905>

- **Fragestellung**

Wie verändert sich die Semantik weiblich bezeichnender Nomen im Deutschen über die Jahrhunderte?

- **Methode**

- Trainieren mehrerer *word2vec*-Modelle basierend auf Texten von 1350 bis 1899, je ein Modell pro Zeitraum
- In jedem Zeitraum werden dann für die Zielwörter die „nächsten Nachbarn“ gefunden und verglichen

Semantischer Wandel

Sökefeld, C., & Amaral, P. (2025). Semantic change of female-denoting nouns in diachronic German corpora. *Proceedings of the Linguistic Society of America*, 10(1), 5905. doi.org/10.3765/plsa.v10i1.5905

- Ergebnisse

Rang	frühes 16. Jhd	spätes 17. Jhd
1	<i>reyne</i>	<i>knecht</i>
2	<i>gebärmutter</i>	<i>gesinde</i>
3	<i>latona</i> (Name)	<i>dirne</i>
4	<i>hertsens</i>	<i>weib</i>
5	<i>jungfraw</i>	<i>rizarize</i> (Name)
6	<i>färber</i>	<i>frau</i>

*Magd als
,Dienstmädchen‘*

*Magd als ,Mädchen,
Jungfrau‘*

Gender-Bias in Personenbezeichnungen

Schmitz, D., Schneider, V., & Esser, J. (2023). No genericity in sight: An exploration of the semantics of masculine generics in German. *Glossa Psycholinguistics*, 2(1): 12, pp. 1–33. doi.org/10.5070/G6011192

- **Fragestellung**

Ist die Semantik s.g. generischer Maskulina trotz ihrer Formgleichheit mit spezifischen Maskulina unbiased?

- **Methode**

- Wortform-zu-Wortform-Matrix wird mit *NDL* basierend auf einem Korpus deutscher Nachrichtentexte trainiert
- zusätzlich zu Wortformen sind auch GENUS, GENERIZITÄT und NUMERUS als Cues (Spalten) eingeführt

Gender-Bias in Personenbezeichnungen

Schmitz, D., Schneider, V., & Esser, J. (2023). No genericity in sight: An exploration of the semantics of masculine generics in German. *Glossa Psycholinguistics*, 2(1): 12, pp. 1–33. doi.org/10.5070/G6011192

- **Methode**

- Zielformen, d.h. generische und spezifische Maskulina sowie Feminina, lassen sich anhand der *NDL*-Vektoren berechnen
- $\vec{v}_{W_generisch} = \vec{v}_W + \vec{v}_{generisch}$
- $\vec{v}_{W_spezifisch} = \vec{v}_W + \vec{v}_{spezifisch}$
- $\vec{v}_{W_generisch_mask} = \vec{v}_W + \vec{v}_{generisch} + \vec{v}_{mask}$
- usw.

Gender-Bias in Personenbezeichnungen

Schmitz, D., Schneider, V., & Esser, J. (2023). No genericity in sight: An exploration of the semantics of masculine generics in German. *Glossa Psycholinguistics*, 2(1): 12, pp. 1–33. doi.org/10.5070/G6011192

- Ergebnisse

	Numerus	spezifisches Maskulinum	Femininum
generisches Maskulinum	Singular	0.996	0.934
	Plural	0.991	0.822
spezifisches Maskulinum	Singular		0.939
	Plural		0.835

ähnlicher dem Mask
als dem Fem

höchste Ähnlichkeit

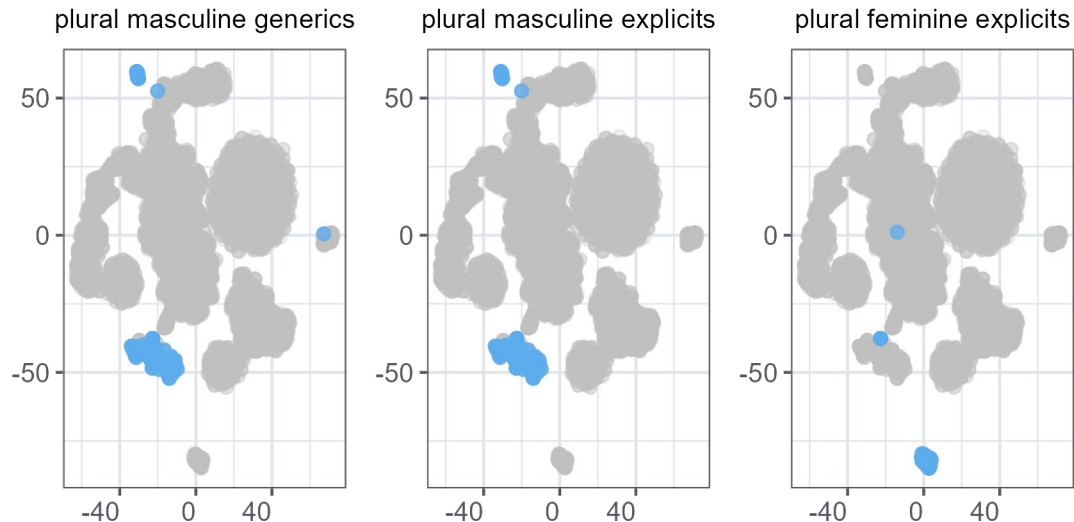
Einschub: t-SNE

- *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding* (van der Maaten & Hinton, 2008)
- Ziel: Hochdimensionale Daten auf 2 oder 3 Dimensionen reduzieren, ohne die lokale Struktur zu verlieren
- Prinzip
 - für jedes Wort wird berechnet, welche anderen Wörter in seiner Nähe liegen
 - t-SNE versucht, eine 2D-Darstellung zu finden, in der diese Nachbarschaften ähnlich bleiben
 - Ergebnis: ähnliche Wörter bilden Cluster, unähnliche liegen weiter auseinander

Gender-Bias in Personenbezeichnungen

Schmitz, D., Schneider, V., & Esser, J. (2023). No genericity in sight: An exploration of the semantics of masculine generics in German. *Glossa Psycholinguistics*, 2(1): 12, pp. 1–33. doi.org/10.5070/G6011192

- Ergebnisse



- Maskulina „leben“ im gleichen Bereich, Feminina woanders

Einschub: Homophonie, Polysemie

*Die in einer **Batterie** gespeicherte elektrische Ladung...*

*Die **Batterie** ist bei der Artillerie der Bundeswehr...*

*90 Prozent der Hühner werden in **Batterien** gehalten...*

*Er sitzt im Park auf einer **Bank**...*

*Sie holt eine große Summe Geld in ihrer **Bank** ab...*

*Alle **Lehrer** sind schon im Raum...*

*Alle **Lehrer** haben ihren Wehrpflichtdienst bereits hinter sich...*

*Alle **Lehrer** sind schon im Raum; die Lehrerinnen stehen noch davor...*

Problem: Generell erzeugen Algorithmen pro Wortform ein Embedding

Einschub: Homophonie, Polysemie

- Lösungsansätze
 - Clustering von Kontextvektoren (Huang et al., 2012)
 - Sense-specific embeddings (Neelakantan et al., 2014)
 - Contextual clustering (Arora et al., 2018)
 - lexikalisch informierte Modelle (Iacobacci et al., 2015)
 - Instance Vectors (Schmitz, 2024)
 - Contextualised embedding (Schmitz et al., in prep)

Gender-Bias in Personenbezeichnungen II

Schmitz, D. (2024). Instances of bias: The gendered semantics of generic masculines in German revealed by instance vectors. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft*, 43(2). doi.org/10.1515/zfs-2024-2010

- **Fragestellung**

Ist die Semantik s.g. generischer Maskulina trotz ihrer Formgleichheit mit spezifischen Maskulina unbiased?

- **Methode**

- mit *fastText* generierte Vektoren für alle Wortformen eines Korpus
- Vektoren für Zielwörter berechnet als Durchschnitt der Vektoren der 2/5/8 Wörter vor und nach dem Zielwort

Gender-Bias in Personenbezeichnungen II

Schmitz, D. (2024). Instances of bias: The gendered semantics of generic masculines in German revealed by instance vectors. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft*, 43(2). doi.org/10.1515/zfs-2024-2010

- Ergebnisse

	+/- 2	+/- 5	+/- 8
generisches Mask spezifisches Mask	0.415	0.590	0.776
generisches Mask spezifisches Fem	0.377	0.566	0.632
spezifisches Mask spezifisches Fem	0.525	0.726	0.583

gen vs spez
Mask
immer ähnlicher
als
gen Mask vs Fem

Einschub: Homophonie, Polysemie

- Lösungsansätze
 - Clustering von Kontextvektoren (Huang et al., 2012)
 - Sense-specific embeddings (Neelakantan et al., 2014)
 - Contextual clustering (Arora et al., 2018)
 - lexikalisch informierte Modelle (Iacobacci et al., 2015)
 - Instance Vectors (Schmitz, 2024)
 - Contextualised embedding (Schmitz et al., in prep)

Gender-Bias in Personenbezeichnungen III

Schmitz, D., Ochs, S., Müller-Spitzer, C., & Rüdiger, J. O. (in prep). The male bias of generic masculines remains stable independent of the amount of provided context.

- **Fragestellung**

Ist die Semantik s.g. generischer Maskulina trotz ihrer Formgleichheit mit spezifischen Maskulina unbiased?

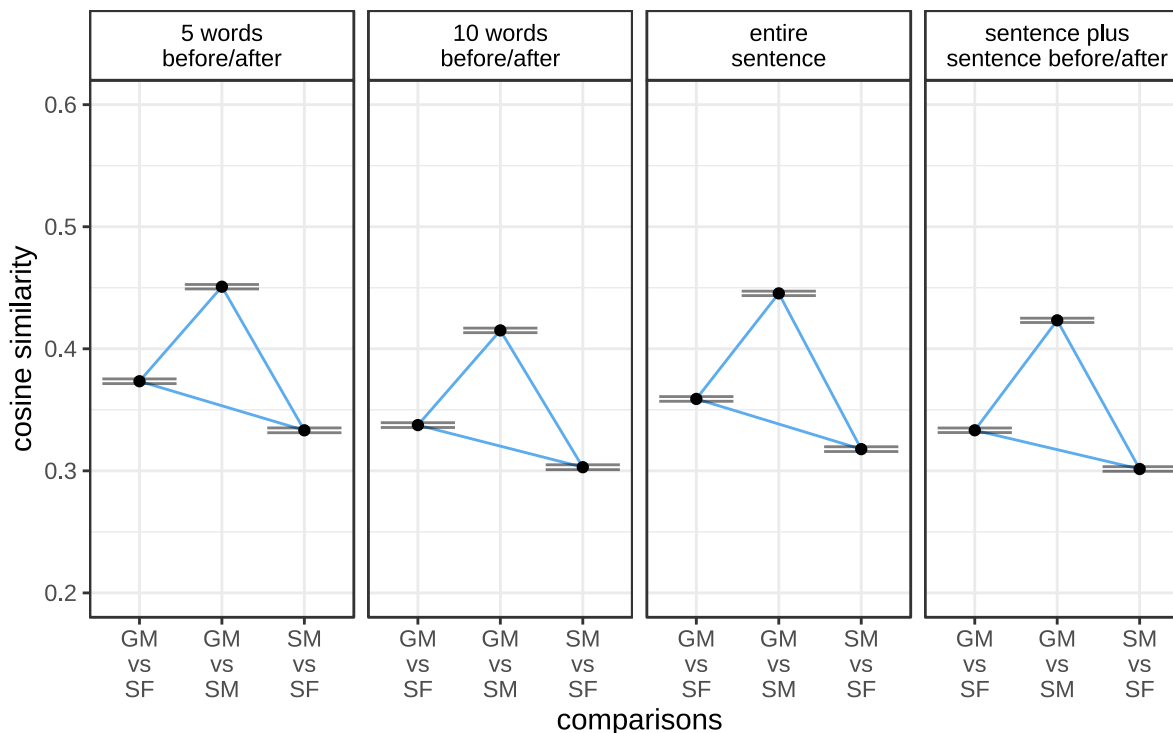
- **Methode**

- mit *BERT* (Bidirectional Encoder Representations from Transformers; Devlin et al., 2018) generierte Vektoren
- *BERT* generiert pro Token einen Vektor
- zur Generierung wird Kontext bereitgestellt; die Menge kann frei variiert werden (ganzer Satz, ganzer Absatz, n Wörter, etc.)

Gender-Bias in Personenbezeichnungen III

Schmitz, D., Ochs, S., Müller-Spitzer, C., & Rüdiger, J. O. (in prep). The male bias of generic masculines remains stable independent of the amount of provided context.

- Ergebnisse



gen vs spez
Mask
immer ähnlicher
als
gen Mask vs Fem

Zusammenfassung

- Word Embeddings
 - sind **Vektorrepräsentationen von Wortbedeutungen**, positionieren Wörter nach ihrer **semantischen Ähnlichkeit** im Raum
 - können mit verschiedenen **Algorithmen** und verschiedenen **Ausgangsdaten** generiert werden, dabei sollte die Wahl der Ausgangsdaten und des jeweiligen Algorithmus **theoretisch motiviert** geschehen
 - bilden **Gebrauch**, nicht „objektive“ Bedeutung ab

Danke fürs Zuhören!

Literatur 1/2

- Arora, S., Li, Y., Liang, Y., Ma, T., & Risteski, A. (2018). Linear Algebraic Structure of Word Senses, with Applications to Polysemy. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 6, 483–495.
- Baayen, R. H., Milin, P., Đurđević, D. F., Hendrix, P., & Marelli, M. (2011). An amorphous model for morphological processing in visual comprehension based on naive discriminative learning. *Psychological Review*, 118(3), 438–481.
- Bojanowski, P., Grave, E., Joulin, A., & Mikolov, T. (2016). Enriching word vectors with subword information. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 5, 135–146.
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference*, 1, 4171–4186.
- Firth, J.R. (1957). A synopsis of linguistic theory 1930-1955. *Studies in Linguistic Analysis*: 1–32. London: Longman.
- Harris, Z. S. (1954). Distributional structure. *WORD*, 10(2–3), 146–162.
- Huang, E., Socher, R., Manning, C., & Ng, A. (2012). Improving Word Representations via Global Context and Multiple Word Prototypes. In H. Li, C.-Y. Lin, M. Osborne, G. G. Lee, & J. C. Park (Eds.), *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)* (pp. 873–882). Association for Computational Linguistics.
- Iacobacci, I., Pilehvar, M. T., & Navigli, R. (2015). SensEmbed: Learning Sense Embeddings for Word and Relational Similarity. In C. Zong & M. Strube (Eds.), *Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers)* (pp. 95–105). Association for Computational Linguistics.
- Maaten, L. van der, & Hinton, G. (2008). Visualizing Data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research*, 9(86), 2579–2605.

Literatur 2/2

- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013).** Efficient estimation of word representations in vector space. *1st International Conference on Learning Representations, ICLR 2013 - Workshop Track Proceedings*.
- Neelakantan, A., Shankar, J., Passos, A., & McCallum, A. (2015).** *Efficient Non-parametric Estimation of Multiple Embeddings per Word in Vector Space* (No. arXiv:1504.06654). arXiv.
- Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. D. (2014).** *GloVe: Global vectors for word representation*.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972).** A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64–99). Appleton-Century-Crofts.
- Schmitz, D. (2024).** Instances of bias: The gendered semantics of generic masculines in German revealed by instance vectors. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft*, 43(2).
- Schmitz, D., Ochs, S., Müller-Spitzer, C., & Rüdiger, J. O. (in prep).** The male bias of generic masculines remains stable independent of the amount of provided context.
- Schmitz, D., Schneider, V., & Esser, J. (2023).** No genericity in sight: An exploration of the semantics of masculine generics in German. *Glossa Psycholinguistics*, 2(1): 12, pp. 1–33.
- Sökefeld, C., & Amaral, P. (2025).** Semantic change of female-denoting nouns in diachronic German corpora. *Proceedings of the Linguistic Society of America*, 10(1), 5905.