

Sprache ist im Kern ikonisch und multimodal

Juniorprofessur für Phonetik (W1) mit Tenure Track (W2) an der
Universität zu Köln

Aleksandra Ćwiek
25. April 2024

Folien



Leibniz-Zentrum
Allgemeine Sprachwissenschaft



Seit 2022: **Projektleiterin** (ZAS)
Zur Flexibilität und Stabilität der Gesten-Sprech-Koordination: Indizien aus der multimodalen Produktion, des Verständnisses und der Imitation (FLESH) (SPP ViCom)

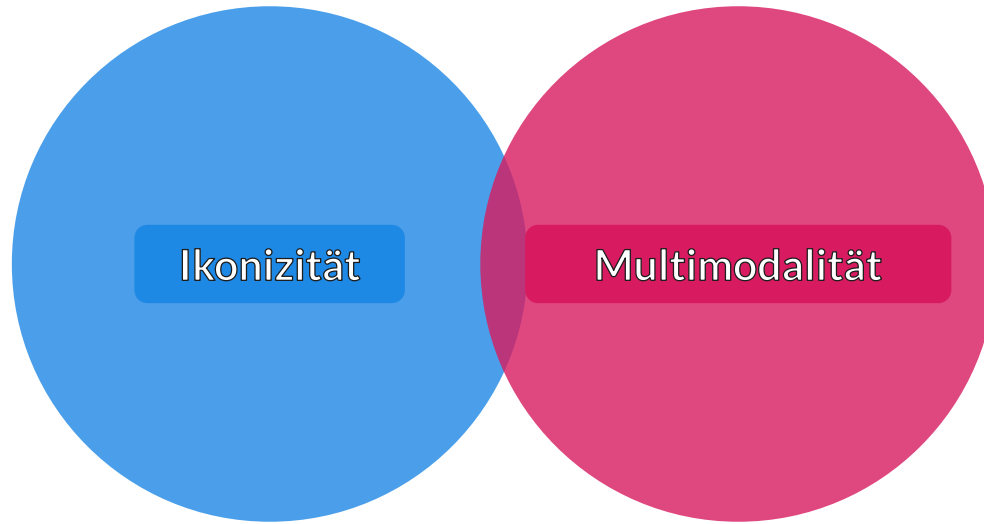
Multimodalität

Prosodie

Ikonizität

2016-2018: **M.A.** Linguistik
The Acoustic Realization of Prosodic Prominence in Polish: Word Stress and Sentence Accent

2018-2022: **Dr. phil.** Allgemeine Sprachwissenschaft (ZAS/HU Berlin)
Iconicity in Language and Speech
🏆 Wilhelm von Humboldt-Preis der DGfS



Akustisch-auditive Ikonizität hat das Potenzial, ein **Kommunikationssystem** zu gründen

Das **phonetische Potenzial** der Ikonizität kann **durch die Phonologie beeinflusst** werden

Multimodale **Koordination** ist bedeutungsrelevant

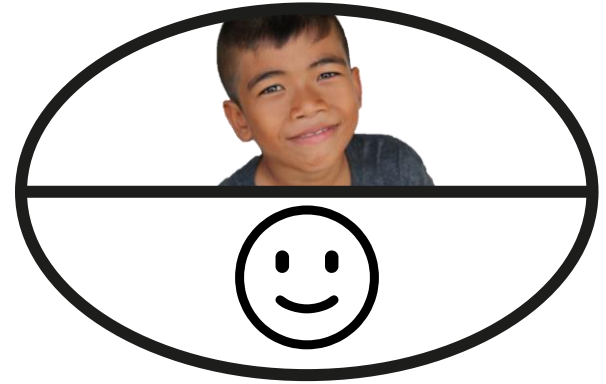
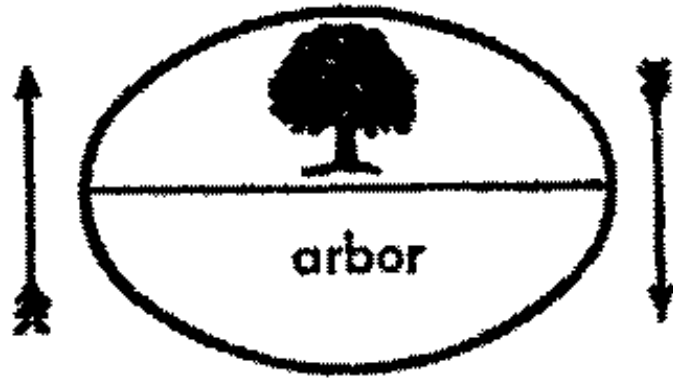
Sprachübergreifende Studien zeigen das Zusammenspiel von Multimodalität und Ikonizität beim Schaffen von **Bedeutung**

1

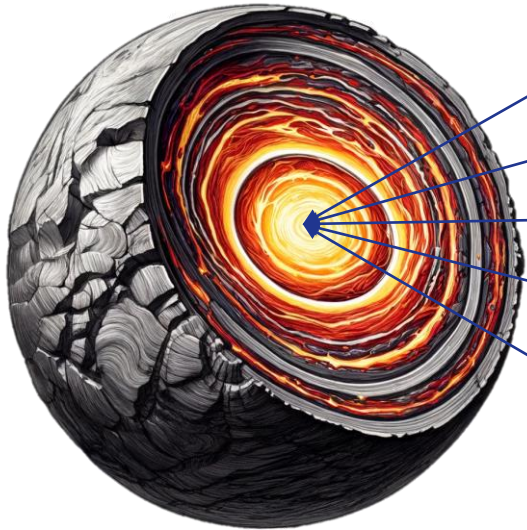
2

3

4



De Saussure (1916); Perniss & Vigliocco (2014); Winter, Woodin & Perlman (2023)



**Relevanz u.A. im Spracherwerb,
in der Sprachevolution**

(Imai & Kita, 2014; Perlman, 2017)

Phonologie (Lautsymbolik)

/a/ = groß, /i/ = klein

(Sapir, 1929; Kilpatrick & Ćwiek, 2024)

Prosodie

tief = groß, hoch = klein

(Ohala, 1994; Ćwiek & Fuchs, 2019)

Morpho(phono)logie

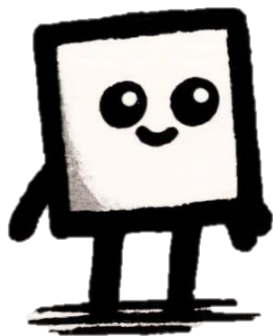
Reduplikation = Plural/Intensivierung

(Himmelman, 2005; Freywald, 2016)

Morphosyntax/Lexikon (Ideophone)

ruckzuck, holterdipolter

(Dingemanse, 2012; Ćwiek, 2022)



Akustisch-auditive Ikonizität hat das Potenzial, ein **Kommunikationssystem** zu gründen



1

2

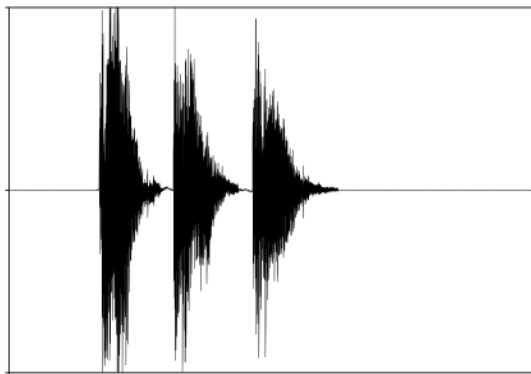
3

4



Bildquelle: Herbert Terrace

Gardner & Gardner (1969); Hewes (1973); Hockett (1960, 1978); aber s. Fuchs & Ćwiek (2022); Kendon (2017)



verstecken

Mann

kochen

scharf

viele

jagen



Online:

Albanisch	Italienisch	Russisch
Armenisch	Japanisch	Schwedisch
Deutsch	Koreanisch	Spanisch
Dänisch	Malaiisch	Tamilisch
Englisch (BE, AmE)	Malagasy	Thailändisch
Estnisch	Mandarin	Türkisch
Finnisch	Persisch	Ungarisch
Französisch	Polnisch	Zulu
Georgisch	Portugiesisch	
Griechisch	Rumänisch	

Vor Ort:

Daakie
Deutsch
Englisch (BE, AmE)
Palikúr
Brasilianisches Portugiesisch
Taschelhit-Berberisch

- **Ikonische Vokalisierungen gehen weit über den Ausdruck von Gefühlen und die Nachahmung von Tieren hinaus:**
 - Getestete Kategorien: *Handlungen, Menschen, Tiere, unbelebte Objekte, Eigenschaften, Quantifizierer, Demonstrativa*
- Hörer*innen sind gut in der Lage, ikonische Vokalisierungen zu verstehen:
 - Online: 64% (Zufall: 16.7%)
 - Vor Ort: 55% (Zufall: 8%)

Ikonische Vokalisierungen sind ausdrucksstärker als gedacht

Ćwiek et al. (2021)

Daten, Skripte, Modelle



Das **phonetische Potenzial** der Ikonizität kann **durch die Phonologie beeinflusst** werden

Akustisch-auditive Ikonizität hat das Potenzial, ein **Kommunikationssystem** zu gründen



1

2

3

4



Welche Textur entspricht dieser Aufnahme?

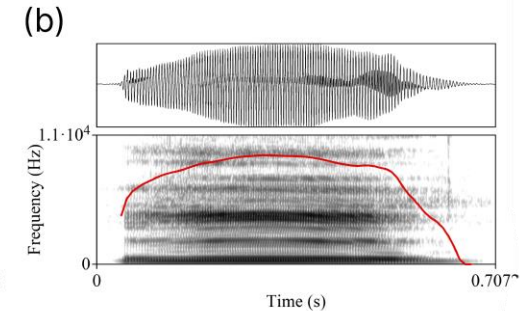
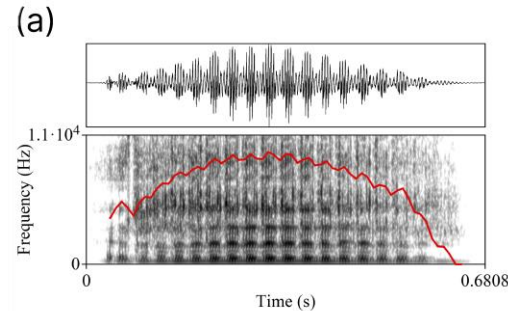
- [r] und [l] sind **Allophone eines Phonems** (kein Kontrast):
 - Online: Japanisch, Koreanisch, Mandarin, Zulu
 - Vor Ort: Palikúr
- [r] ist die **Hauptrealisierung** von /r/:
 - Online: Albanisch, Rumänisch, Polnisch, Armenisch, Spanisch, Persisch, Italienisch, Russisch, Estnisch, Ungarisch, Finnisch
 - Vor Ort: Daakie, Taschelhit-Berberisch

Daten, Skripte, Modelle

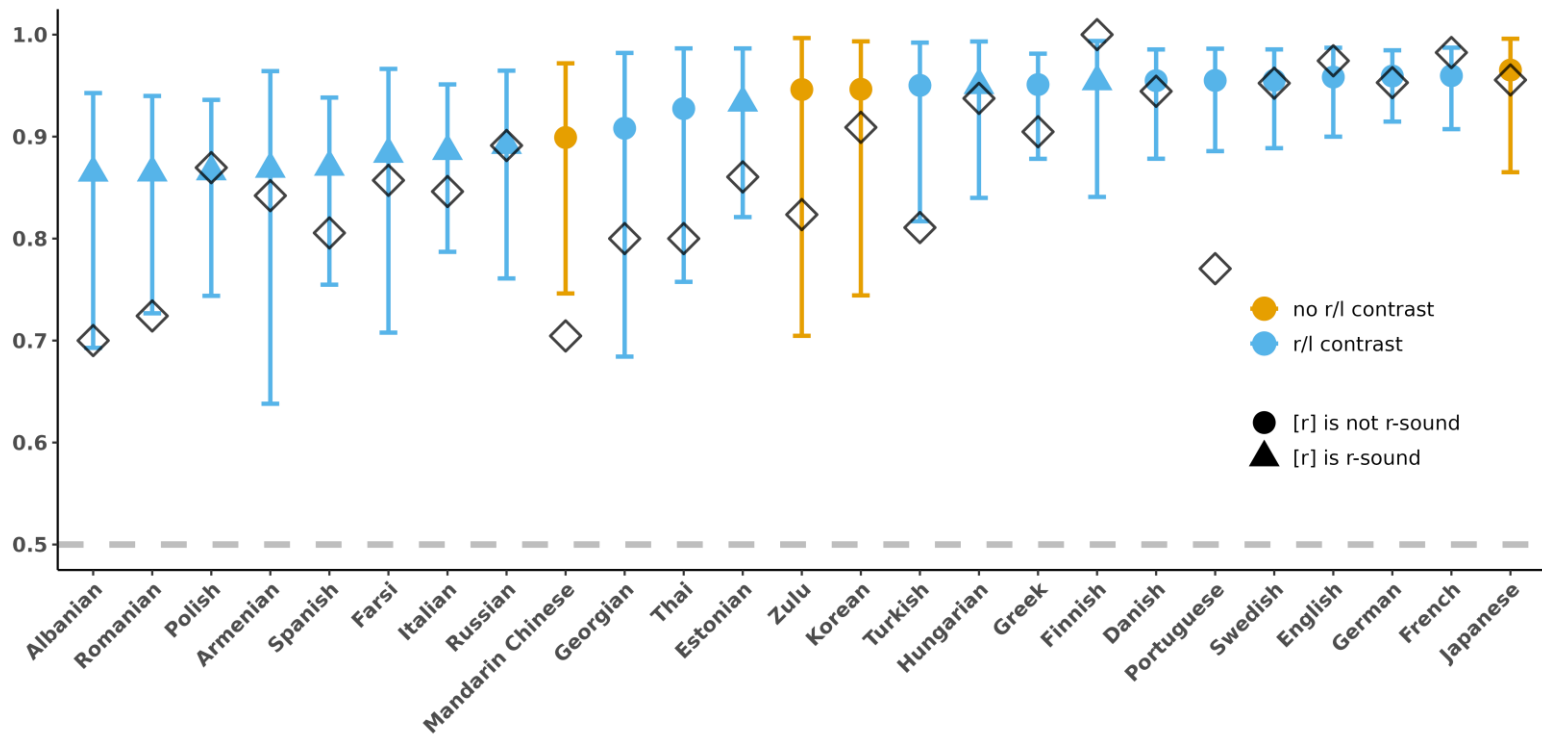


Ist der **phonologische Kontrast** für die Perzeption der **phonetischen Ikonizität** entscheidend?

- /r/ wird mit Rauheit verbunden (Winter et al., 2022)
- /r/ gilt als das prototypische „r“, aber hat nicht unbedingt etwas mit dem alveolaren Trill zu tun (Anselme et al., 2022; 2023)
- Die cross-modale Verbindung zwischen /r/ und Rauheit kommt durch die **artikulatorisch-akustischen Eigenschaften des alveolaren Trills zustande**

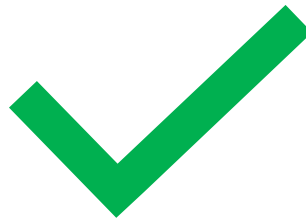


Proportion of congruent responses

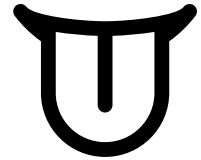
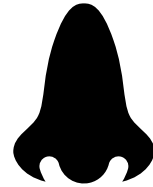
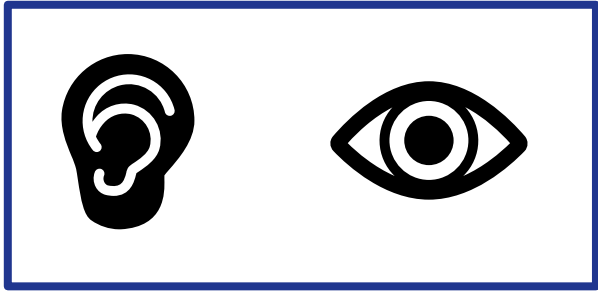


- Sehr starke Präferenz für **raue Textur bei [r]** und **glatte Textur bei [l]**
 - Online: 87% (Zufall: 50%)
 - Vor Ort: 97% (Zufall: 50%)
- **Kein Effekt von Phonemkontrast!**
- Im Online-Experiment:
 - Effekt **schwächer** in Sprachen **mit [r] als Hauptrealisierung** (95% vs. 85%)
 - Weil **nur Sprachen ohne [r]** als Hauptrealisierung vom **Reihenfolgeeffekt** profitieren (90% wenn [r] zuerst vs. 81% wenn [l] zuerst)

Die Wahrnehmung des phonetischen Signals ist entscheidend, aber das phonologische System kann dessen Deutlichkeit beeinflussen



Krivokapić, Tiede & Tyrone (2017); Pouw & Fuchs (2022);
Wagner, Ćwiek & Samlowski (2019); Wagner, Malisz & Kopp (2014)



Majid et al., (2018); San Roque et al. (2014, 2018)

Akustisch-auditive Ikonizität hat das Potenzial, ein **Kommunikationssystem** zu gründen

Das **phonetische Potenzial** der Ikonizität kann **durch die Phonologie beeinflusst** werden

Multimodale Koordination ist bedeutungsrelevant



1

2

3

4



1. Einhorn



2. Stirn



3. Horn



- 207 Konzepte, die sich in Bezug auf Sinnesbereich, Abstraktheit, Ikonizität, Valenz usw. unterscheiden
- *Wie gut könnten Sie dieses Konzept **ohne Sprache** nur mit der Stimme/nur mit Gesten/sowohl mit der Stimme als auch mit Gesten ausdrücken?*
- Bewertung auf einer Skala von 0 bis 1
- 248 deutsche und 215 niederländische Muttersprachler*innen
- Wir würden dieses Experiment gerne sprach- und kulturübergreifend durchführen!

- Bayesian hierarchical zero-one inflated beta Modell
- 4 chains á 4000 Iterationen (insgesamt 8000 post-warmup)

```
brm(bf(expressibility_norm ~ 1 + modality +
      (1 + modality || word),
      phi ~ modality + (1 + modality || word),
      zoi ~ modality + (1 + modality || word),
      coi ~ modality + (1 + modality || word)))
```

Parameter	Estimate	SE	95% CI	p($\beta < 0$)	ESS
Fixed Effects					
Multimodal	0.35	0.03	[0.29, 0.42]		2066
Gesture	-0.11	0.03	[-0.17, -0.04]	100%	4670
Vocal	-0.81	0.04	[-0.89, -0.73]	100%	3391
Random Effects (word)					
sd(Multimodal)	0.74	0.04	[0.67, 0.82]		1769
sd(Gesture)	0.37	0.03	[0.31, 0.43]		2977
sd(Vocal)	0.53	0.04	[0.46, 0.60]		3821

- 84-Item-Liste mit „am besten ausdrückbaren“ Konzepten
- *Drücken Sie das Konzept so aus, dass Ihr Gegenüber es erraten kann*
- Drei verschiedene Modalitätsbedingungen: vokal, gestisch, multimodal
- Erraten durchgehend durch die*den Wahrnehmende*n
- Kein Feedback vs. Feedback an die*den Produzierende*n (ohne vs. mit Interaktion)

- (Analyse-)Datenbank wird OA aufgebaut (envisionBOX.org und [ViCom Datennetzwerk](#))
- Beispiele der Forschungsfragen:
 - „Natural statistics“: wie unterscheiden sich uni- vs. multimodale Signale? (Ćwiek & Fuchs, 2020; Macuch Silva et al., 2020)
 - Trägt die multimodale Koordination zur Prominenz bei? (gemessen als Erkennungsrate)
 - Wird die Erkennungsrate durch die Interaktion beeinflusst?
 - Ökonomisieren wir in Wiederholungen? (principle of least effort; H&H, auch AVT genannt, Lindblom, 1990)

OSF preregistration
Kadavá, Ćwiek,
Fuchs & Pouw (2023)



Sprachübergreifende Studien zeigen das Zusammenspiel von Multimodalität und Ikonizität beim Schaffen von **Bedeutung**

Multimodale **Koordination** ist bedeutungsrelevant

Das **phonetische Potenzial** der Ikonizität kann **durch die Phonologie beeinflusst** werden

Akustisch-auditive Ikonizität hat das Potenzial, ein **Kommunikationssystem** zu gründen

1

2



3

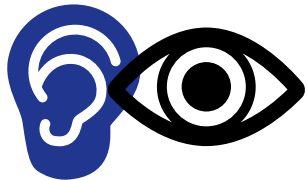
4



Ikonizität



Multimodalität



UNIVERSITY
OF OSLO



UNIVERSITY OF
BIRMINGHAM

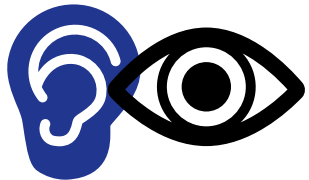


MAX PLANCK INSTITUTE
FOR PSYCHOLINGUISTICS



Universitat
Pompeu Fabra
Barcelona





**UNIVERSITÄT
BIELEFELD**

GOETHE

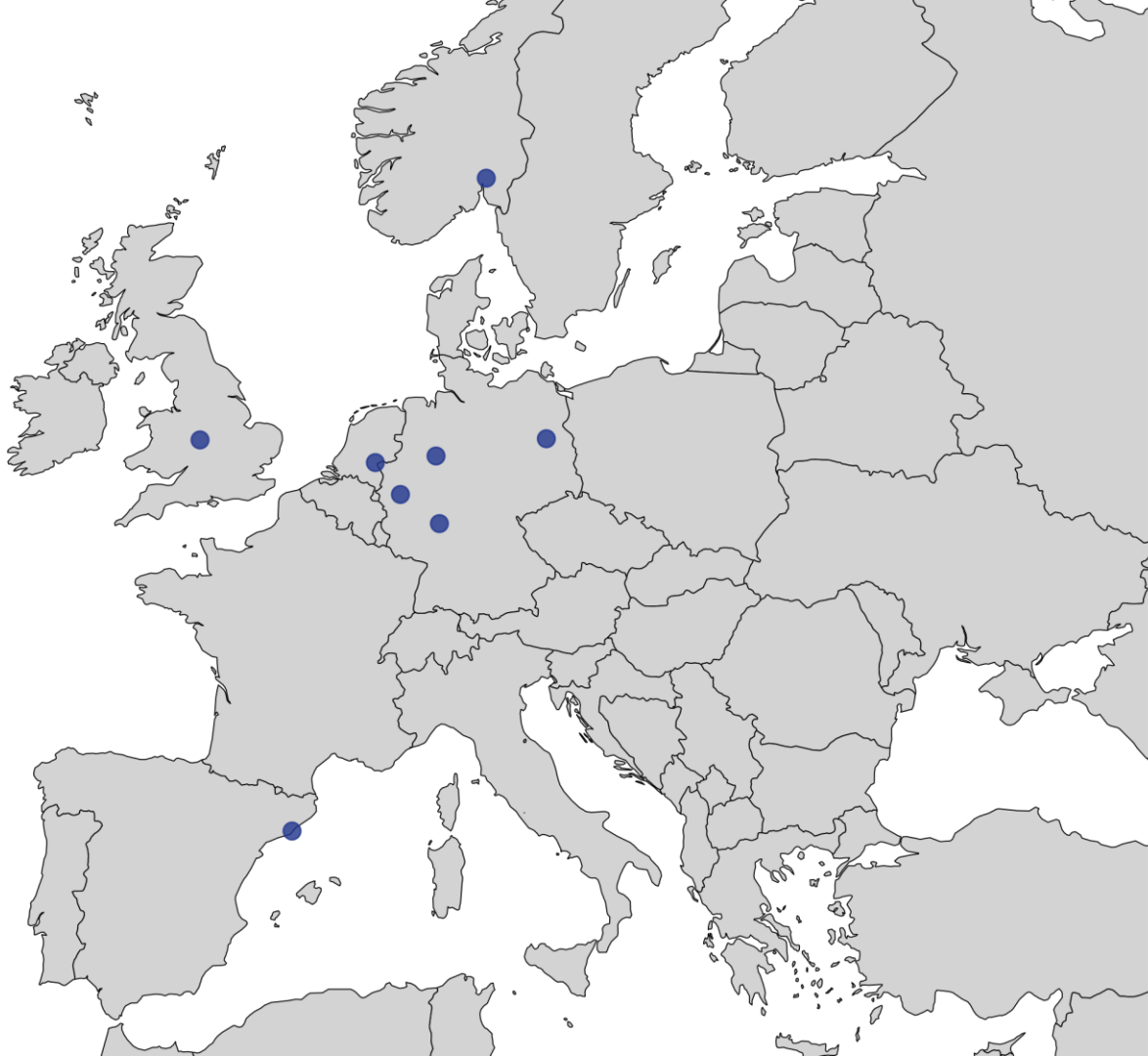
UNIVERSITÄT
FRANKFURT AM MAIN

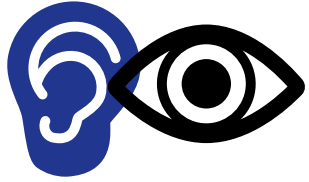


**Leibniz-Zentrum
Allgemeine Sprachwissenschaft**

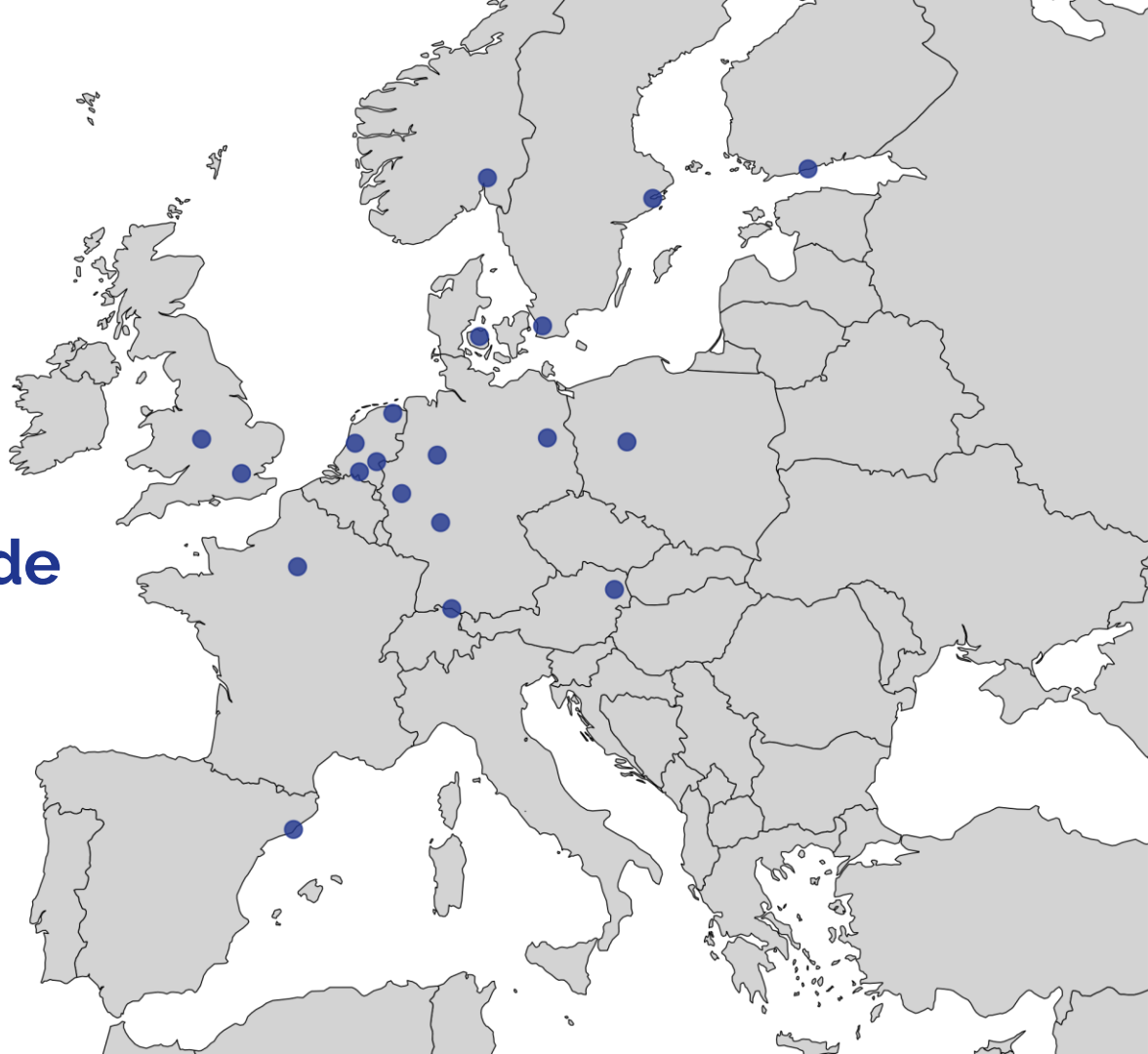


**UNIVERSITÄT
ZU KÖLN**





Multimodale Wende



Vielen Dank

Referenzen

- Anselme, R., Pellegrino, F., & Dediu, D. (2022, September 5). R You Sure That Your /r/ Is Trilled? A Methodological Caveat. *Joint Conference on Language Evolution*. <https://cnrs.hal.science/hal-03900020>
- Anselme, R., Pellegrino, F., & Dediu, D. (2023). What's in the r? A review of the usage of the r symbol in the Illustrations of the IPA. *Journal of the International Phonetic Association*, 1–30. <https://doi.org/10.1017/S0025100322000238>
- Ćwiek, A. (2022). Iconicity in Language and Speech. PhD Thesis, *Humboldt-Universität zu Berlin*. <https://doi.org/10.18452/24544>
- Ćwiek, A., & Fuchs, S. (2019). Iconic prosody is rooted in sensori-motor properties: Fundamental frequency and the vertical space. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 41, 1572–1578. <https://cogsci.mindmodeling.org/2019/papers/0282/0282.pdf>
- Ćwiek, A., Anselme, R., Kawahara, S., Perlman, M., Winter, B., Dediu, D.,* & Fuchs, S.* (unter Begutachtung bei JASA). The alveolar trill is perceived rough by speakers of different languages. (* gleichwertiger Beitrag)
- Ćwiek, A., Fuchs, S., Draxler, C., Asu, E. L., Dediu, D., Hiovain, K., Kawahara, S., Koutalidis, S., Krifka, M., Lippus, P., Lupyan, G., Oh, G. E., Paul, J., Petrone, C., Ridouane, R., Reiter, S., Schümchen, N., Szalontai, Á., Ünal-Logacev, Ö., ... Perlman, M. (2021). Novel vocalizations are understood across cultures. *Scientific Reports*, 11(1), 10108. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89445-4>
- Ćwiek, A., & Fuchs, S. (2020). Hand-Mouth Coordination in a Pointing Task Requiring Manual Precision. *Proceedings of the 12th ISSP*. 12th International Seminar on Speech Production, New Haven, CT: Haskins Laboratories.
- de Saussure, F. (1916). *Cours de linguistique générale*.
- Dingemanse, M. (2012). Advances in the Cross-Linguistic Study of Ideophones. *Language and Linguistics Compass*, 6(10), 654–672. <https://doi.org/10.1002/lnc3.361>
- Freywald, U. (2016). Total reduplication as a productive process in German. *The Why and How of Total Reduplication: Current Issues and New Perspectives*, 39(4), 905–945. <https://doi.org/10.1075/sl.39.4.06fre>
- Fuchs, S., & Ćwiek, A. (2022). Sounds Full of Meaning and the Evolution of Language. *Acoustics Today*, 18(2), 43–51. <https://doi.org/10.1121/AT.2022.18.2.43>
- Gardner, R. A., & Gardner, B. T. (1969). Teaching Sign Language to a Chimpanzee. *Science*, 165(3894), 664–672.
- Hewes, G. W. (1973). Primate Communication and the Gestural Origin of Language. *Current Anthropology*, 14(1/2), 5–24.

Referenzen

- Himmelman, N. P. (2005). The Austronesian languages of Asia and Madagascar: Typological characteristics. *The Austronesian languages of Asia and Madagascar*, 110, 110-181.
- Hockett, C. F. (1960). The origin of speech. *Scientific American*, 203(3), 88–96. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0960-88>
- Hockett, C. F. (1978). In search of Jove's brow. *American Speech*, 53(4), 243–313. <https://doi.org/10.2307/455140>
- Imai, M., & Kita, S. (2014). The sound symbolism bootstrapping hypothesis for language acquisition and language evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651), 20130298. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0298>
- Kadavá, Š., Čwiek, A., Fuchs, S., & Pouw, W. (2023). Pre-registration: The Coordination of Dynamic Multimodal Signals in Novel Communication. *OSF*. <https://osf.io/https://osf.io/bdpvy>
- Kadavá, Š., Čwiek, A., Fuchs, S., & Pouw, W. (2024). What do we mean when we say gestures are more expressive than vocalizations? An experimental and simulation study. *Proceedings of CogSci 2024*.
- Kendon, A. (2017). Reflections on the “gesture-first” hypothesis of language origins. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(1), 163–170. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1117-3>
- Kilpatrick, A., & Čwiek, A. (2024). Using artificial intelligence to explore sound symbolic expressions of gender in American English. *PeerJ Computer Science*, 10, e1811. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1811>
- Krivokapić, J., Tiede, M. K., & Tyrone, M. E. (2017). A Kinematic Study of Prosodic Structure in Articulatory and Manual Gestures: Results from a Novel Method of Data Collection. *Laboratory Phonology*, 8(1). <https://doi.org/10.5334/labphon.75>
- Lindblom, B. (1990). Explaining Phonetic Variation: A Sketch of the H&H Theory. In W. J. Hardcastle & A. Marchal (Eds.), *Speech Production and Speech Modelling* (pp. 403–439). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2037-8_16
- Macuch Silva, V., Holler, J., Ozyurek, A., & Roberts, S. G. (2020). Multimodality and the origin of a novel communication system in face-to-face interaction. *Royal Society Open Science*, 7(1), 182056. <https://doi.org/10.1098/rsos.182056>
- Majid, A., Roberts, S. G., Cilissen, L., Emmorey, K., Nicodemus, B., O'Grady, L., Woll, B., LeLan, B., Sousa, H. de, Cansler, B. L., Shayan, S., Vos, C. de, Senft, G., Enfield, N. J., Razak, R. A., Fedden, S., Tufvesson, S., Dingemanse, M., Ozturk, O., ... Levinson, S. C. (2018). Differential coding of perception in the world's languages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(45), 11369–11376. <https://doi.org/10.1073/pnas.1720419115>

Referenzen

- Ohala, J. J. (1994). The frequency code underlies the sound-symbolic use of voice pitch. In L. Hinton, J. Nichols, & J. J. Ohala (Eds.), *Sound symbolism* (pp. 325–347). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511751806.022>
- Perlman, M. (2017). Debunking two myths against vocal origins of language. *Interaction Studies*, 18(3), 376–401. <https://doi.org/10.1075/is.18.3.05per>
- Perniss, P., & Vigliocco, G. (2014). The bridge of iconicity: From a world of experience to the experience of language. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651), 1–14. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0300>
- Perry, L. K., Perlman, M., & Lupyan, G. (2015). Iconicity in English and Spanish and its relation to lexical category and age of acquisition. *PLOS ONE*, 10(9), e0137147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137147>
- Pouw, W., & Fuchs, S. (2022). Origins of vocal-entangled gesture. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 141, 104836. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104836>
- San Roque, L., Kendrick, K. H., Norcliffe, E., Brown, P., Defina, R., Dingemans, M., Dirksmeyer, T., Enfield, N. J., Floyd, S., Hammond, J., Rossi, G., Tufvesson, S., van, P. S., & Majid, A. (2014). Vision verbs dominate in conversation across cultures, but the ranking of non-visual verbs varies. *Cognitive Linguistics*, 26(1), 31–60. <https://doi.org/10.1515/cog-2014-0089>
- San Roque, L., Kendrick, K. H., Norcliffe, E., & Majid, A. (2018). Universal meaning extensions of perception verbs are grounded in interaction. *Cognitive Linguistics*, 29(3), 371–406. <https://doi.org/10.1515/cog-2017-0034>
- Wagner, P., Ćwiek, A., & Samlowski, B. (2019). Exploiting the speech-gesture link to capture fine-grained prosodic prominence impressions and listening strategies. *Journal of Phonetics*, 76, 100911. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2019.07.001>
- Wagner, P., Malisz, Z., & Kopp, S. (2014). Gesture and speech in interaction: An overview. *Speech Communication*, 57, 209–232. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2013.09.008>
- Winter, B., Sósokuthy, M., Perlman, M., & Dingemans, M. (2022). Trilled /r/ is associated with roughness, linking sound and touch across spoken languages. *Scientific Reports*, 12(1), 1035. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04311-7>
- Winter, B., Woodin, G., & Perlman, M. (2023). Defining iconicity for the cognitive sciences. *Preprint; for Oxford Handbook of Iconicity in Language*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/5e3rc>

Verstehen ohne Worte: Der Ursprung der Sprache

Wenn uns im Ausland die Worte fehlen, dann versuchen wir es mit Gesten oder Lautmalereien. Und überrascht, dass wir verstanden werden. Die Gründe dafür liegen lange zurück, in der Entwicklung

MDR KULTUR - Das Radio

Mi 12.05.2021 19:49 Uhr | 03:52 min

SEPTEMBER 1, 2021 | 2 MIN READ

Made-Up Sounds Convey Meaning across C

Newly created vocalizations can convey concepts remarkably well

BY KATHERINE KORNEI

Wortlose Verständigung

Prägten Lautmalereien die Sprachevolution?

SPRACHENTSTEHUNG

Lautmalereien werden überall verstanden

Am Beginn der menschlichen Sprachentstehung könnten Lautmalereien gestanden sein. Darauf deuten neue Experimente von Forscherinnen und Forschern hin. Sie haben dieselben Lautmalereien Menschen vorgespielt, die ganz unterschiedliche Sprachen sprechen – und wurden überwiegend verstanden.



Fotografieren der weiblichen Studie, auf der Insel Ambrym in Vanuatu. Dort wird die Sprache Sankta gesprochen.

NEWS | SOCIAL SCIENCES

No shared language? No problem! People across cultures understand clues from 'vocal charades'

New study suggests how vocal sounds could help language get off the ground

14 MAY 2021 • BY CATHLEEN O'GRADY

ounds May Be Missing Link to Language

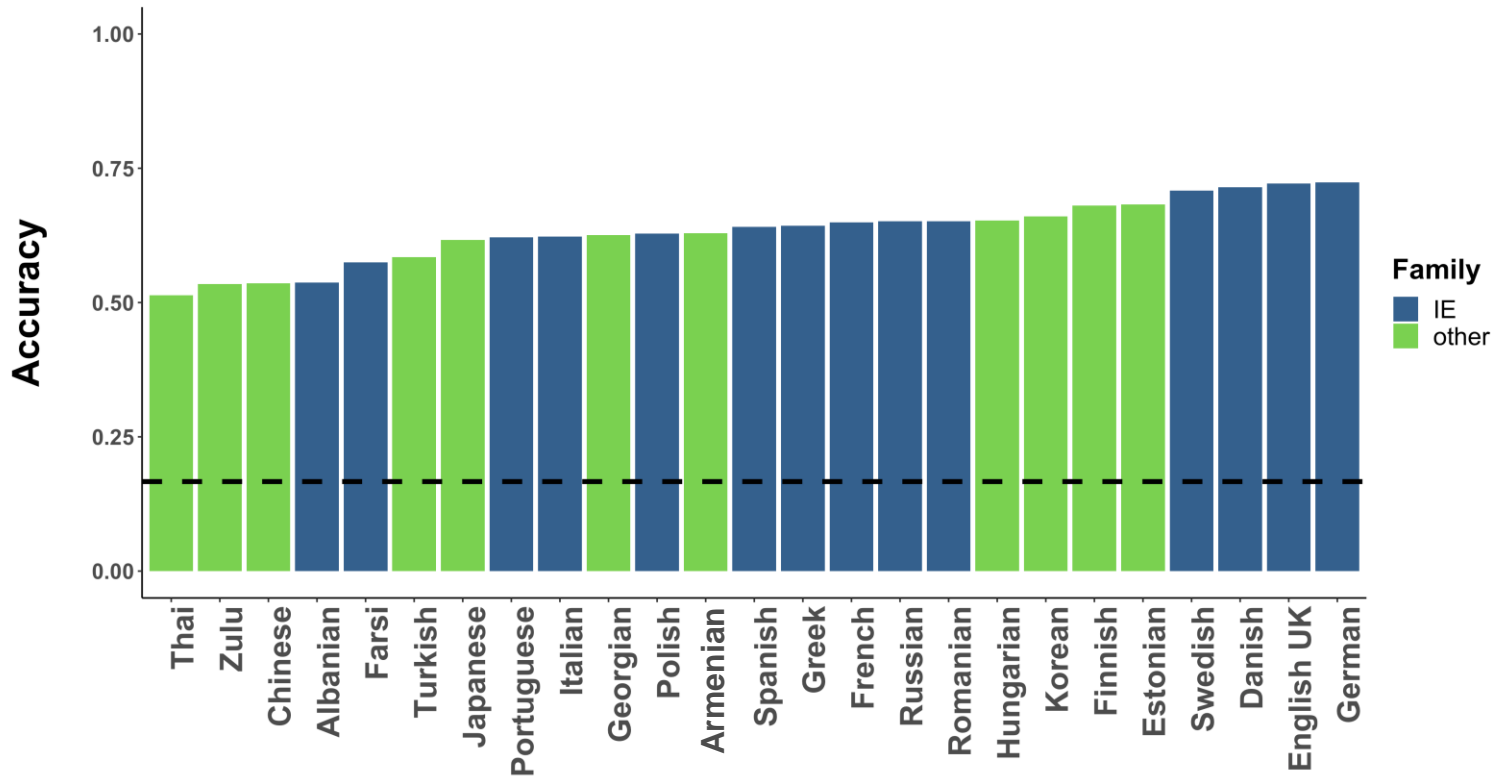
han gestures, could be key to birth of language

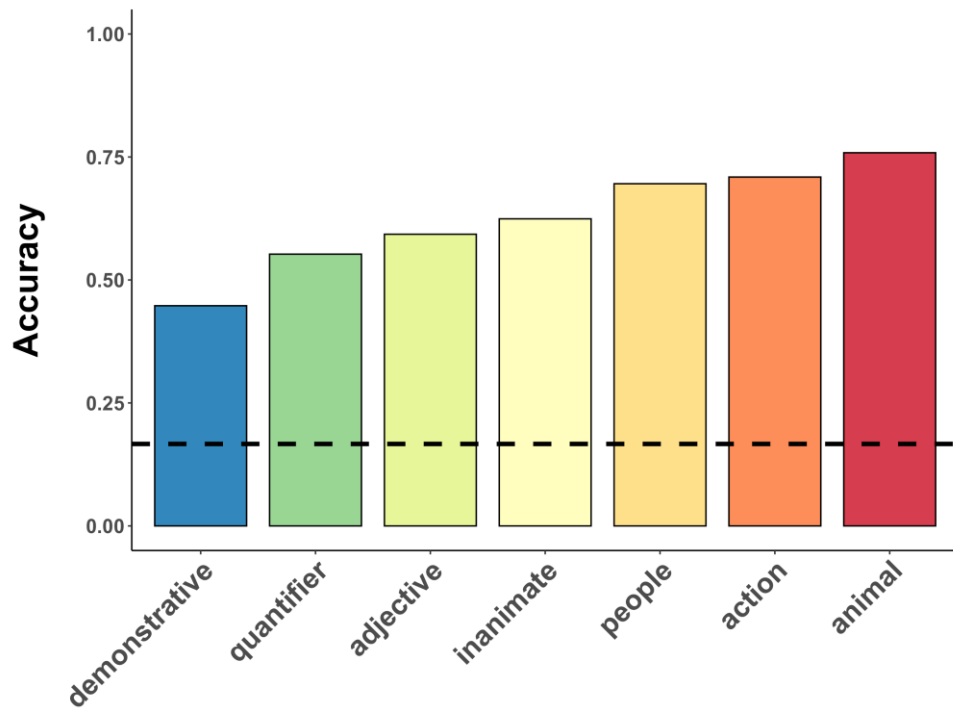
Am Anfang war die Lautmalerei

Berliner Forscher kommen zu dem Schluss, dass bei der Entstehung der Sprache offenbar nicht nur Gesten eine Rolle gespielt haben

May 12, 2021

Tags: language lan
language evolution e





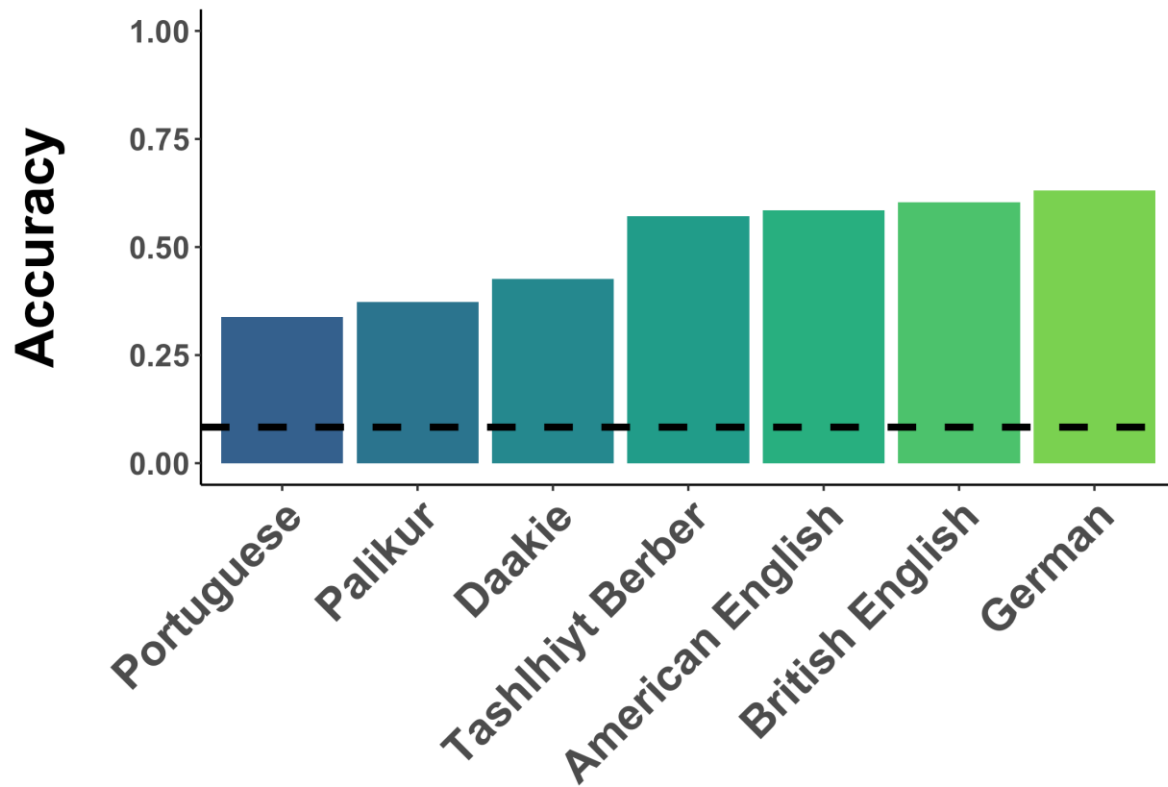
Verben sind ikonischer als
Nomen und Adjektive:

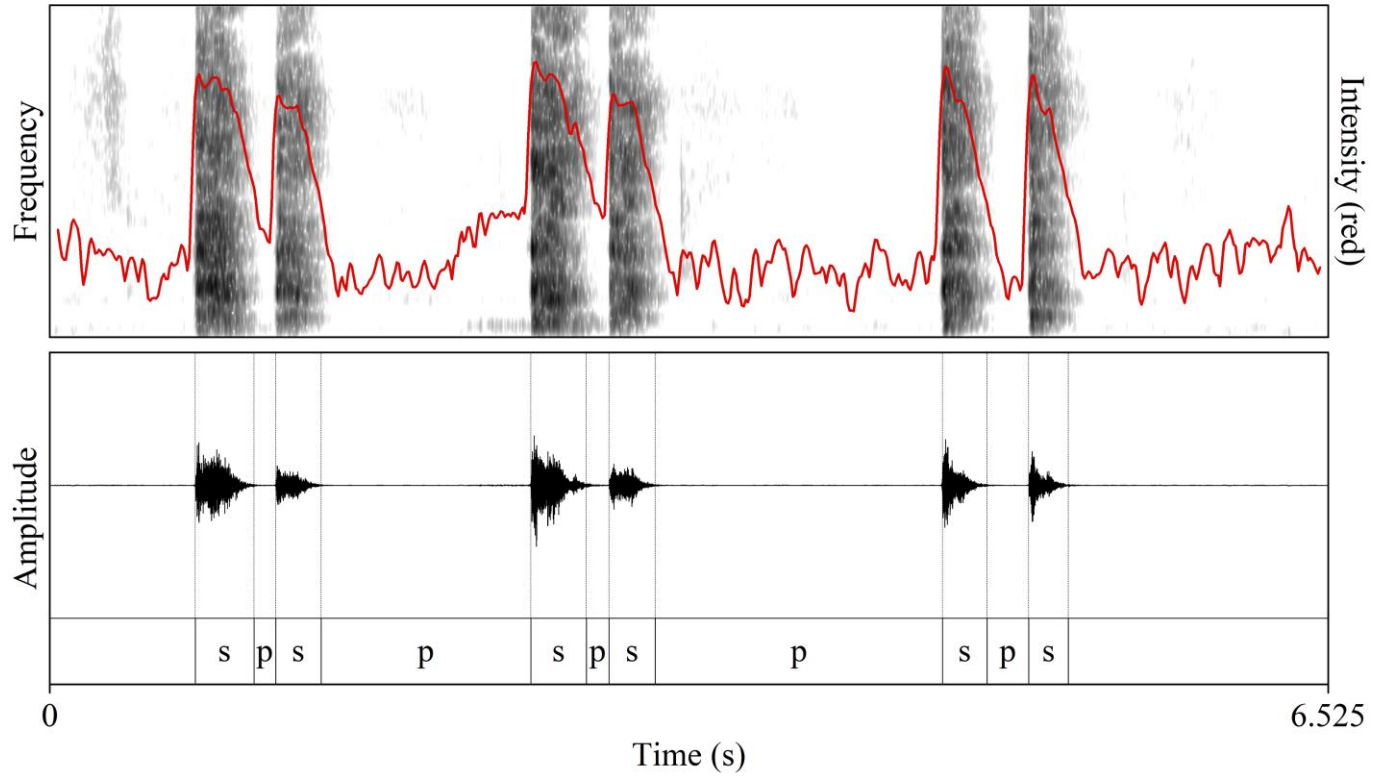
- Perry et al. (2015)
- Winter et al. (2017)
- Perry et al. (2018)
- Perlman et al. (2018)

Vor-Ort-Experiment

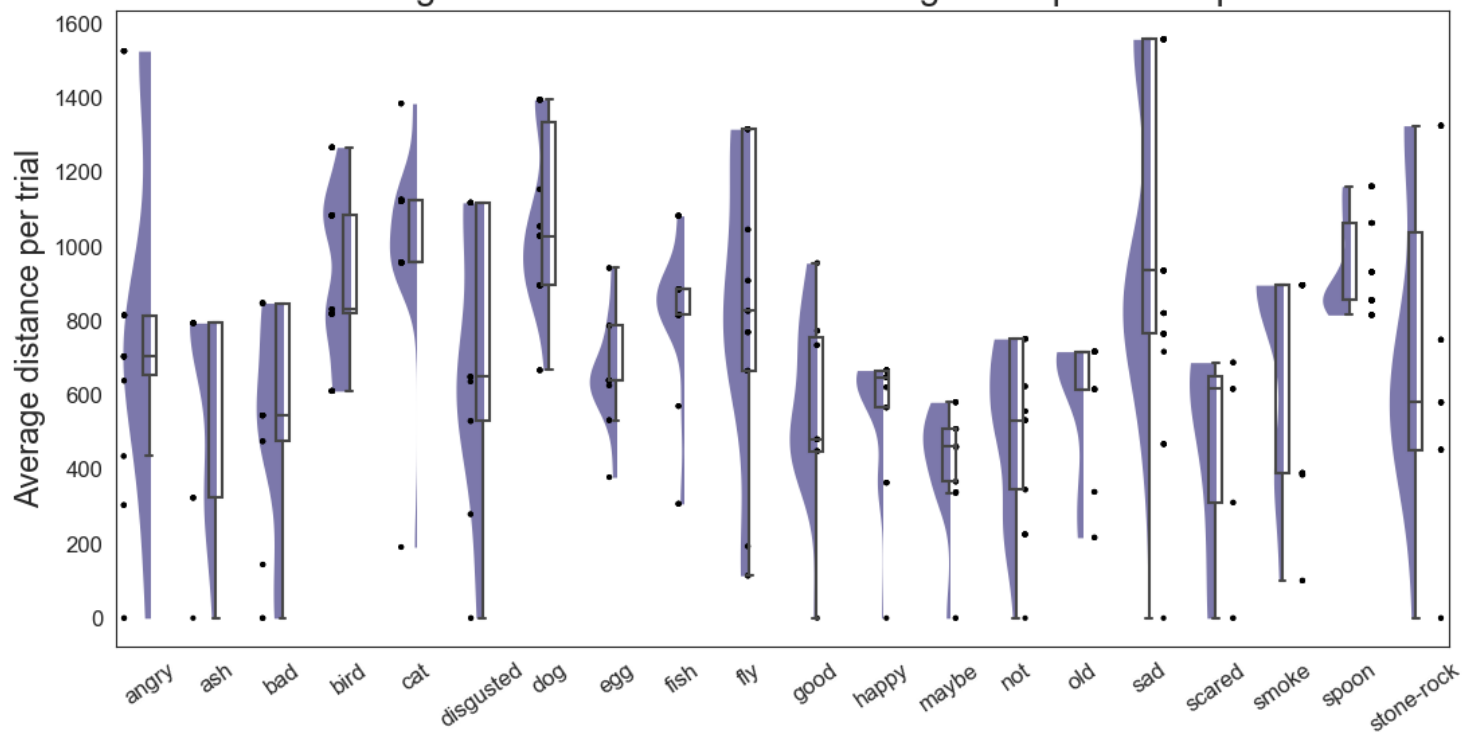
- Entwickelt für abgelegene, durchaus nicht alphabetisierte Bevölkerungsgruppen
- Nur die 3 wichtigsten Vokalisierungen für jedes Substantiv (3 x 12 = 36 Vokalisierungen)
- Die Teilnehmer zeigten auf eines von 12 Bildern, die jedes Substantiv darstellten

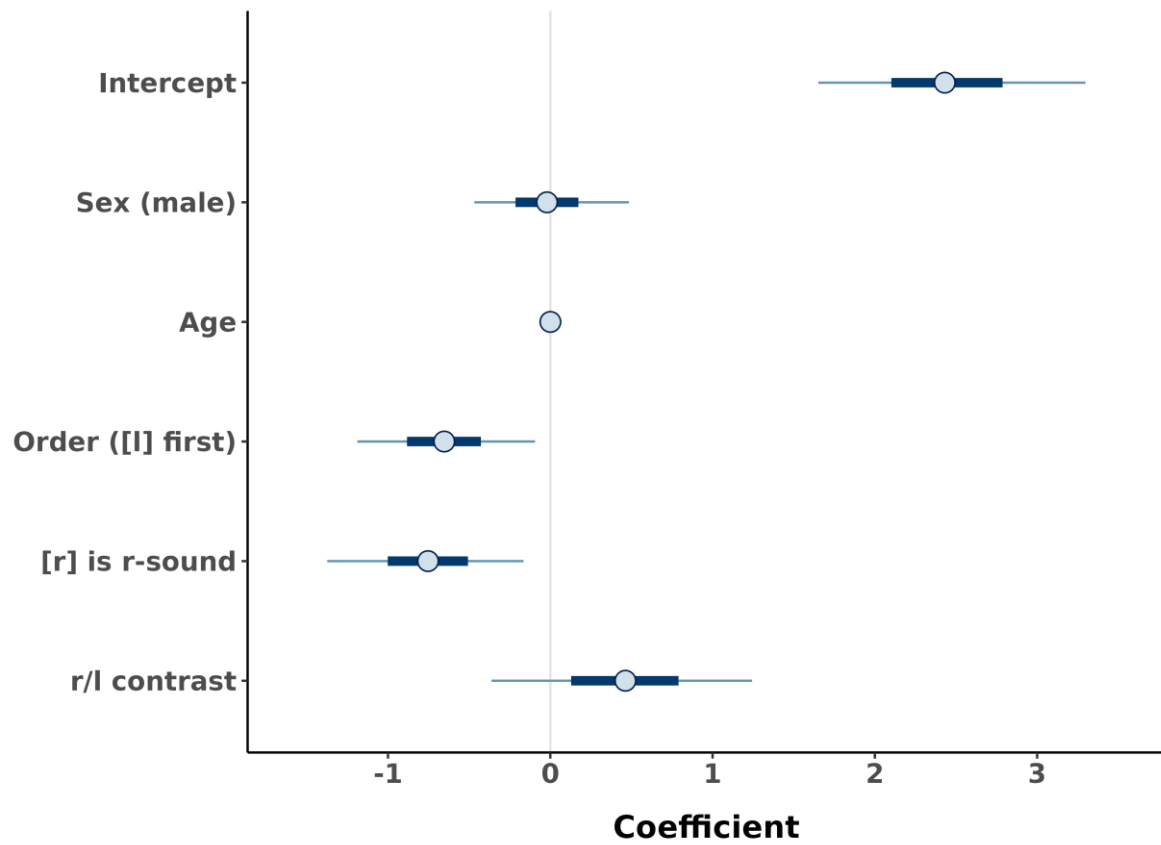


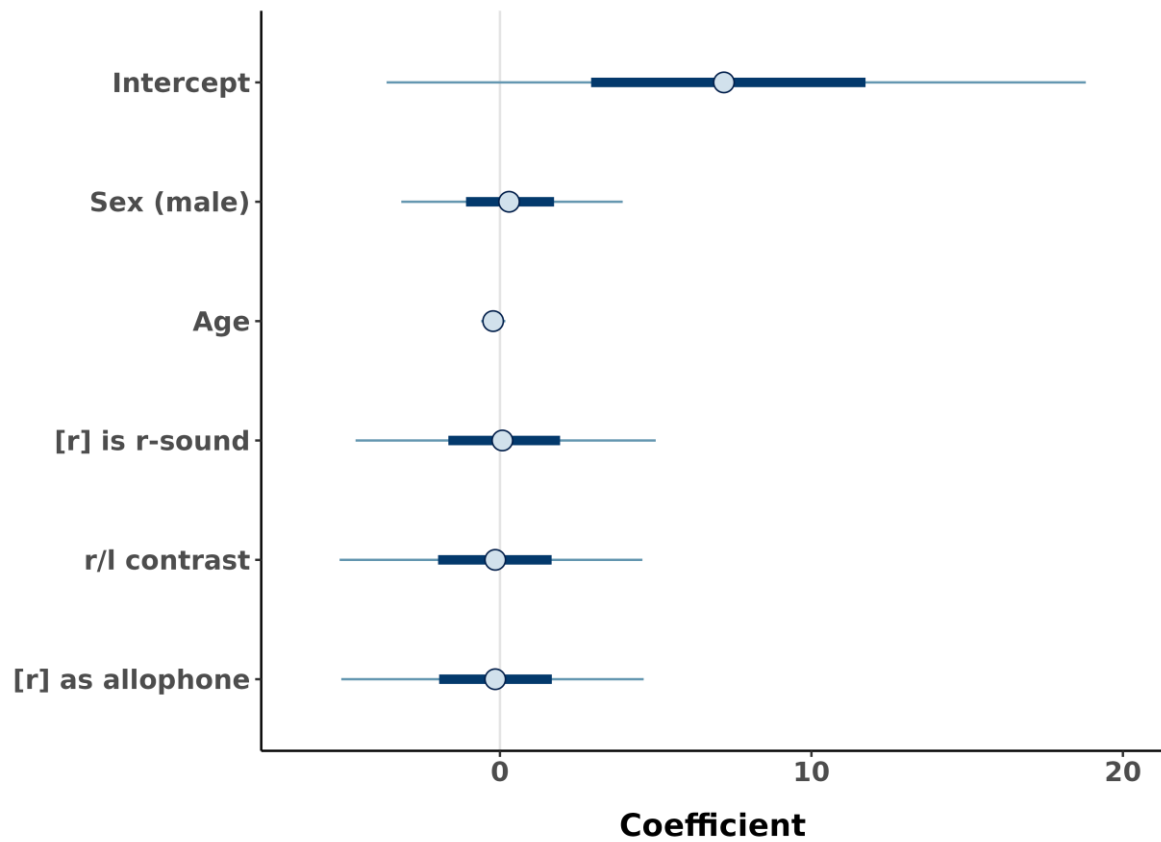


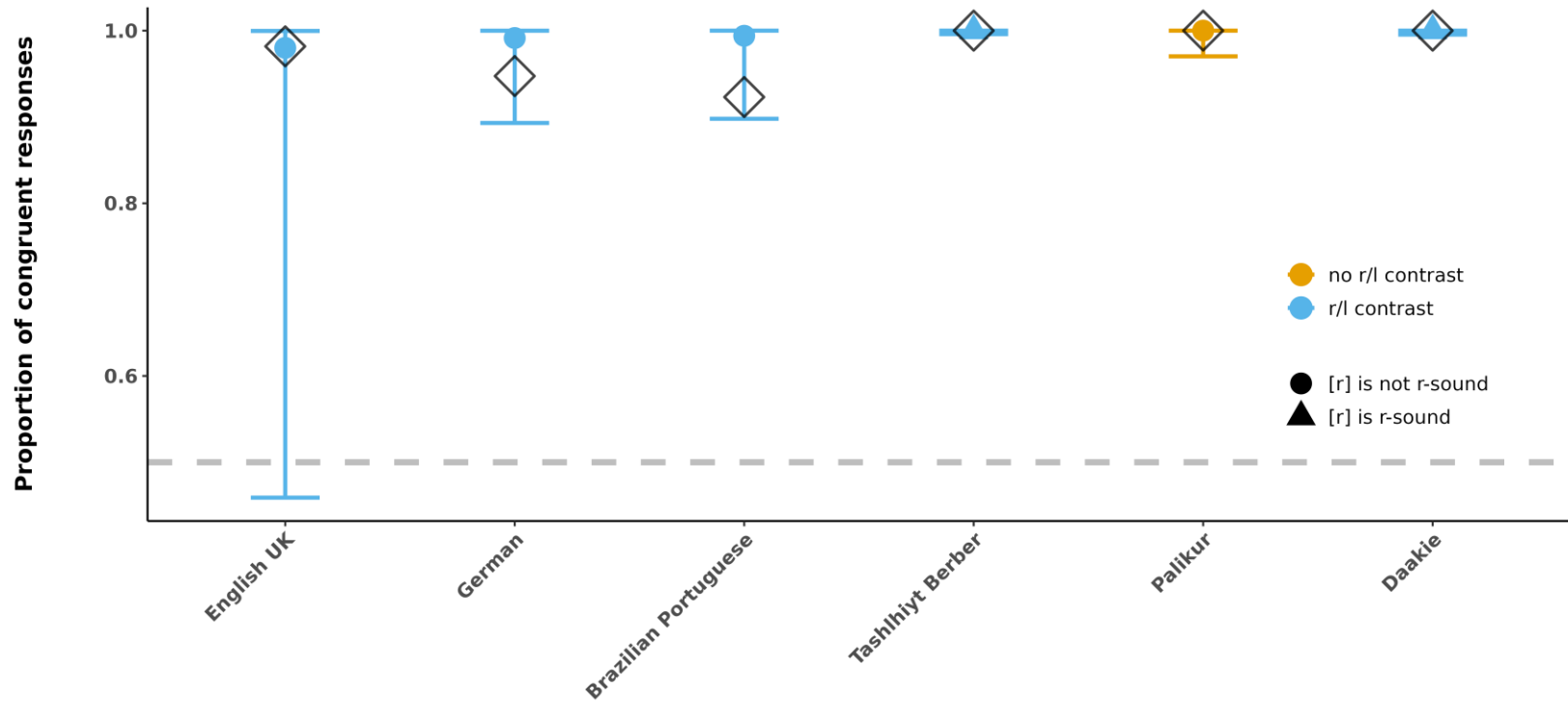


Average distance between sound segments per concept

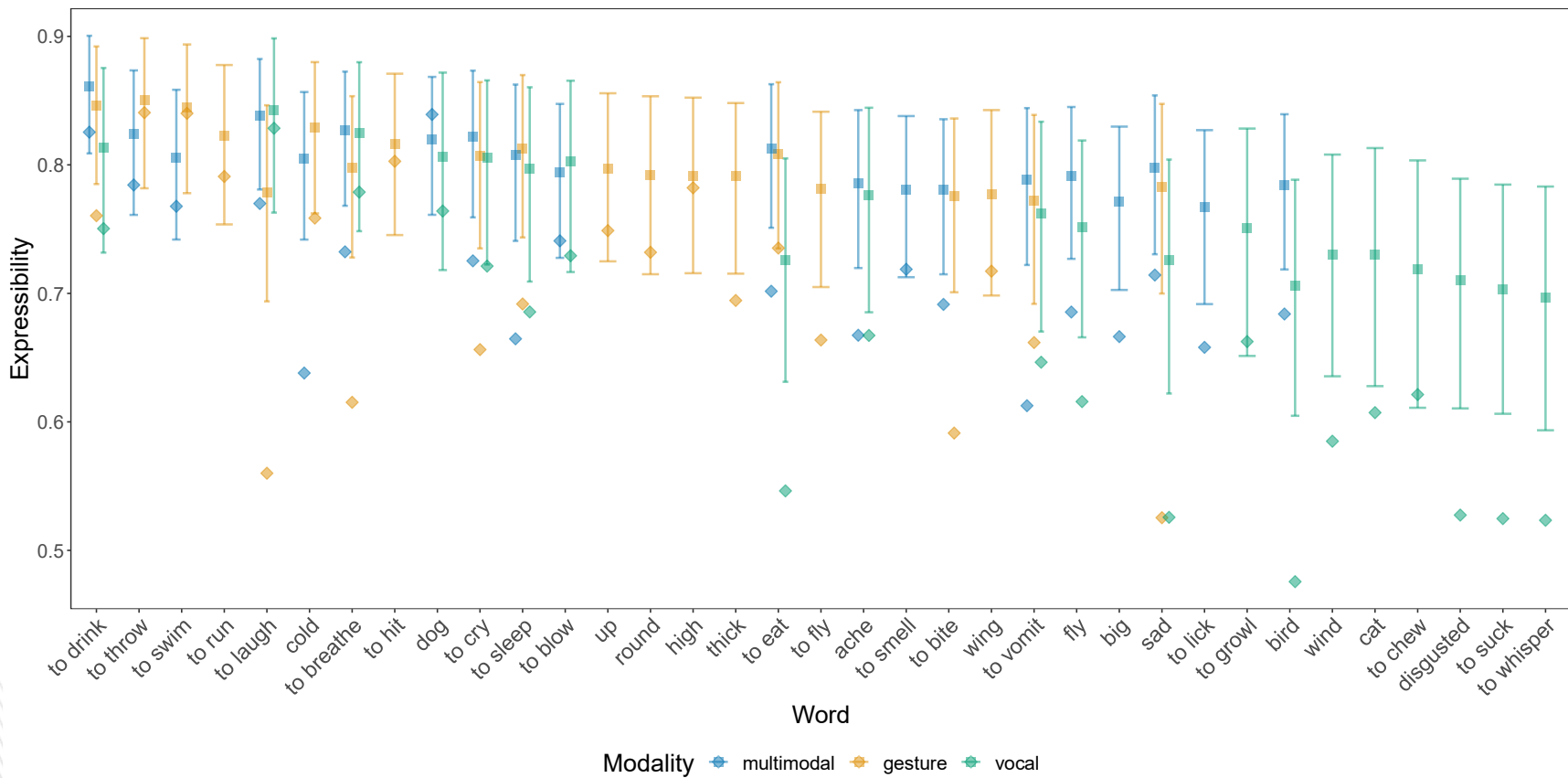


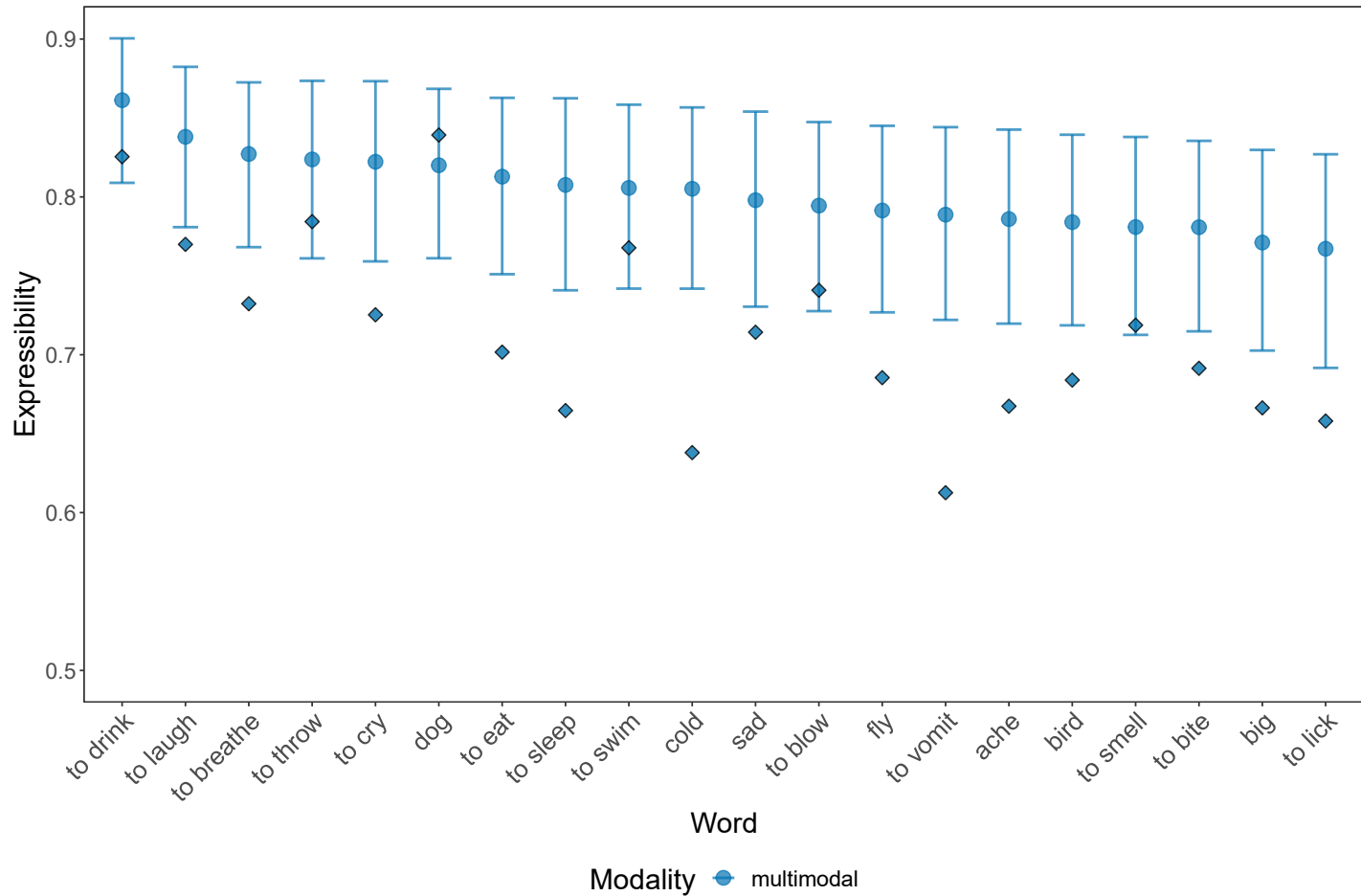


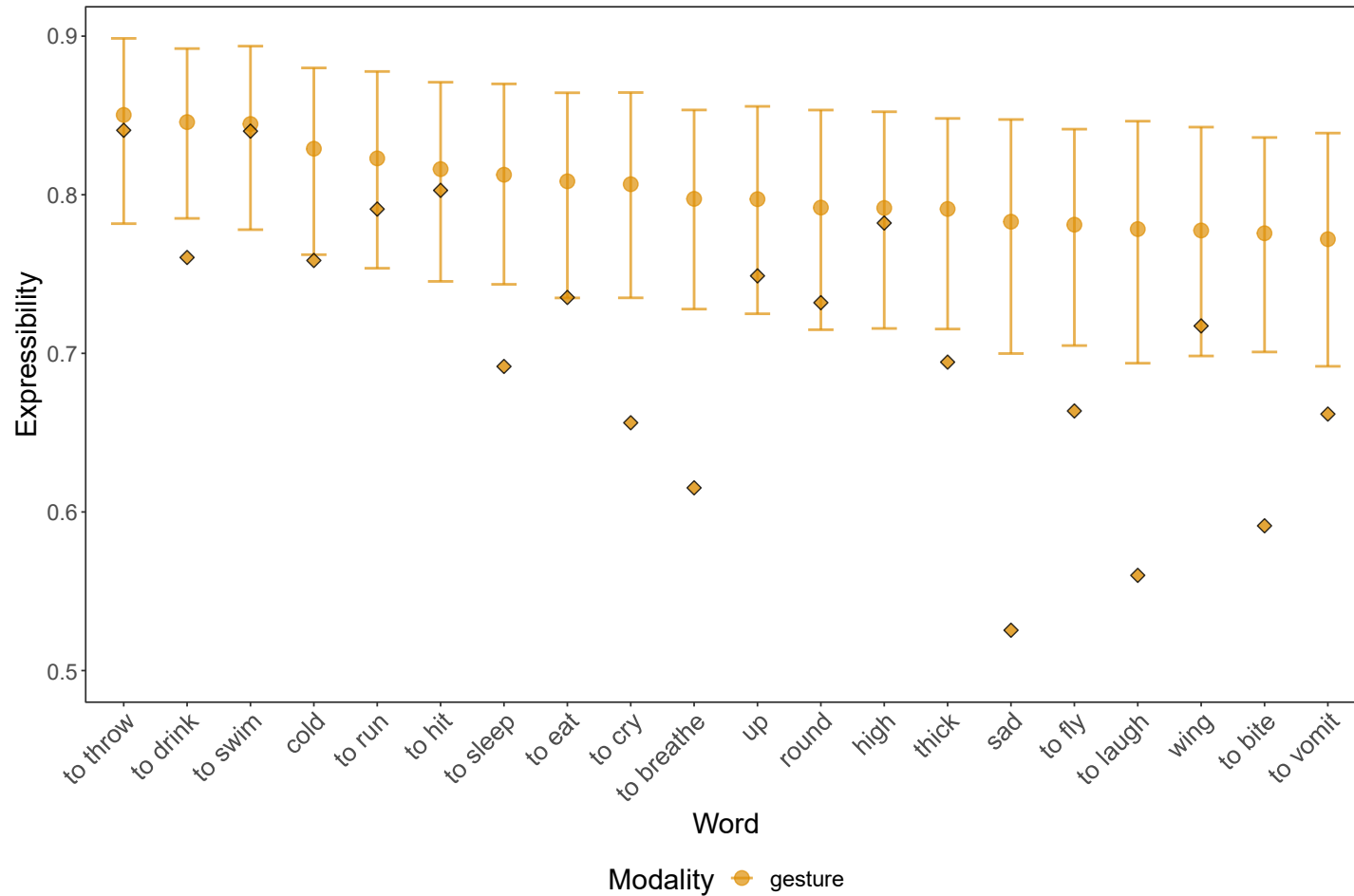


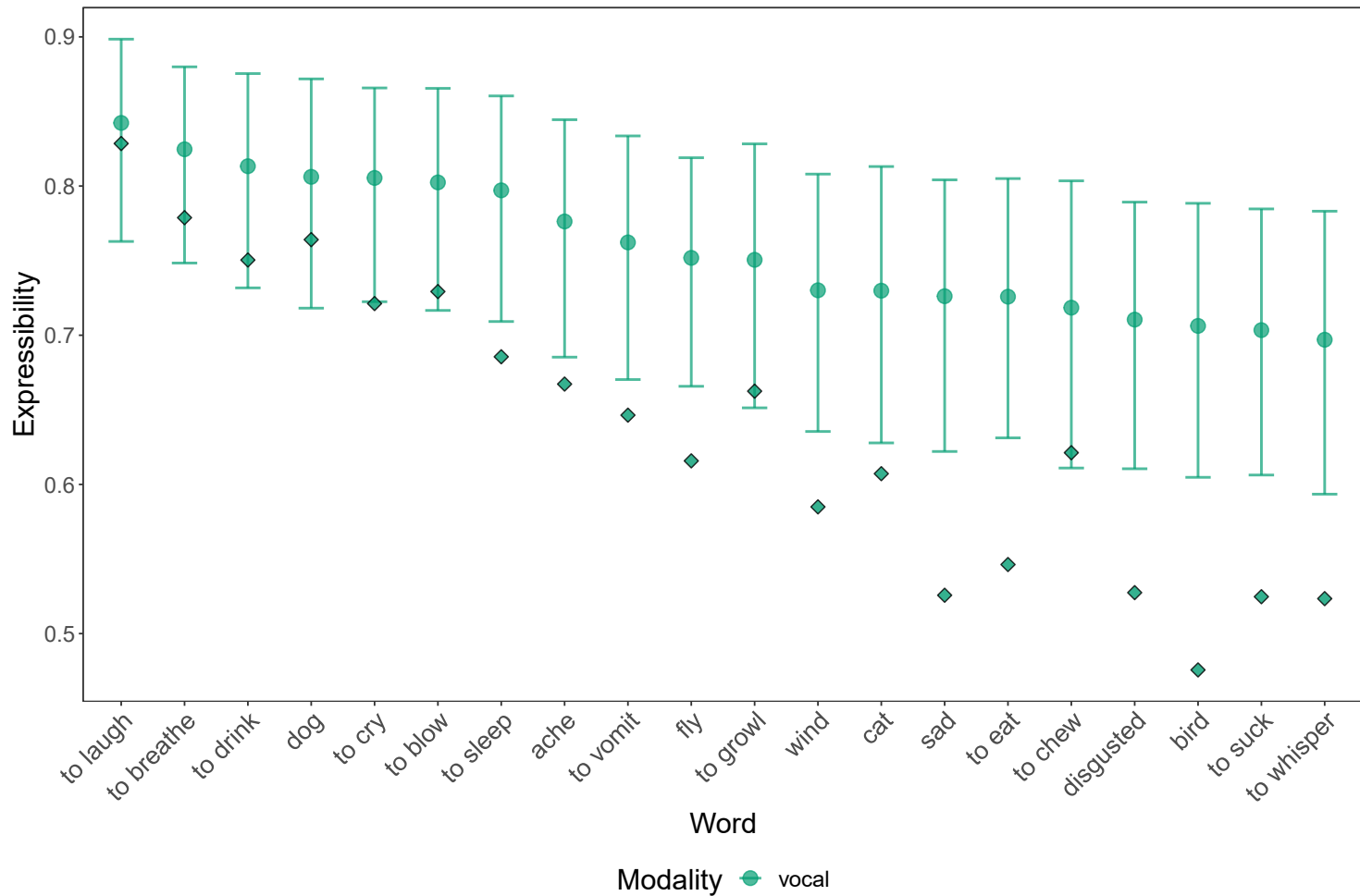


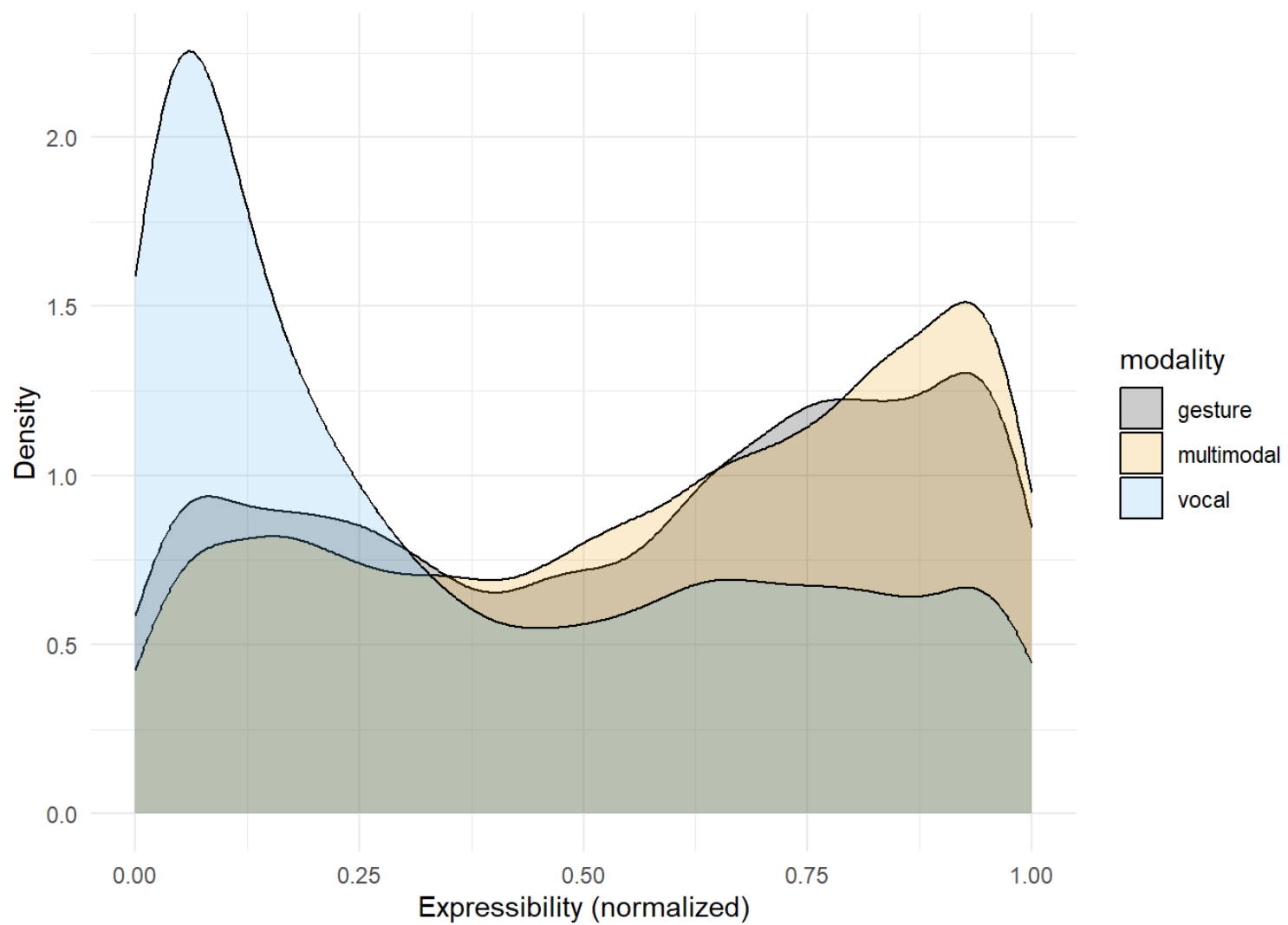
SemanticCat	SemanticSubcat	PoS	Info	German	English
environment	environment	adjective	<i>adjective; opposite of wet</i>	trocken	dry
sensory	auditory	noun	<i>noun; singular; sound of bee</i>	Summen	buzz
sensory	auditory	adjective	<i>adjective; opposite of silent; disturbing noise</i>	geräuschvoll	noisy
sensory	auditory	adjective	<i>adjective; opposite of noisy</i>	leise	silent
sensory	auditory	verb	<i>verb (trans.)</i>	flüstern	to whisper
sensory	gustatory	noun	<i>noun; singular</i>	Honig	honey
sensory	gustatory	adjective	<i>adjective</i>	sauer	sour
sensory	gustatory	verb	<i>verb (trans.)</i>	kauen	to chew
sensory	gustatory	verb	<i>verb (trans.)</i>	lecken	to lick
sensory	gustatory	verb	<i>verb (intrans.)</i>	erbrechen	to vomit
sensory	haptic	adjective	<i>adjective</i>	eng	tight
sensory	haptic	verb	<i>verb (trans.)</i>	fühlen	to feel
sensory	olfactory	verb	<i>verb (intrans.)</i>	atmen	to breathe
sensory	olfactory	adjective	<i>adjective; referring to a pleasant smell</i>	duftend	fragrant
sensory	visual	adjective	<i>adjective; opposite of dark</i>	hell	bright
sensory	visual	adjective	<i>adjective; one of the color terms</i>	gelb	yellow
abstract	logical	pronoun	<i>pronoun; related to things</i>	alles	all
abstract	logical	adjective	<i>adjective; opposite of same</i>	anders	different
abstract	logical	noun	<i>noun; singular; opposite of past</i>	Zukunft	future
abstract	logical	adverb	<i>adverb</i>	vielleicht	maybe
abstract	logical	noun	<i>noun; singular; opposite of future</i>	Vergangenheit	past
abstract	logical	adjective	<i>adjective; opposite of different</i>	gleich	same
abstract	logical	pronoun	<i>pronoun; describing an amount of things (uncountable/countable)</i>	einige	some

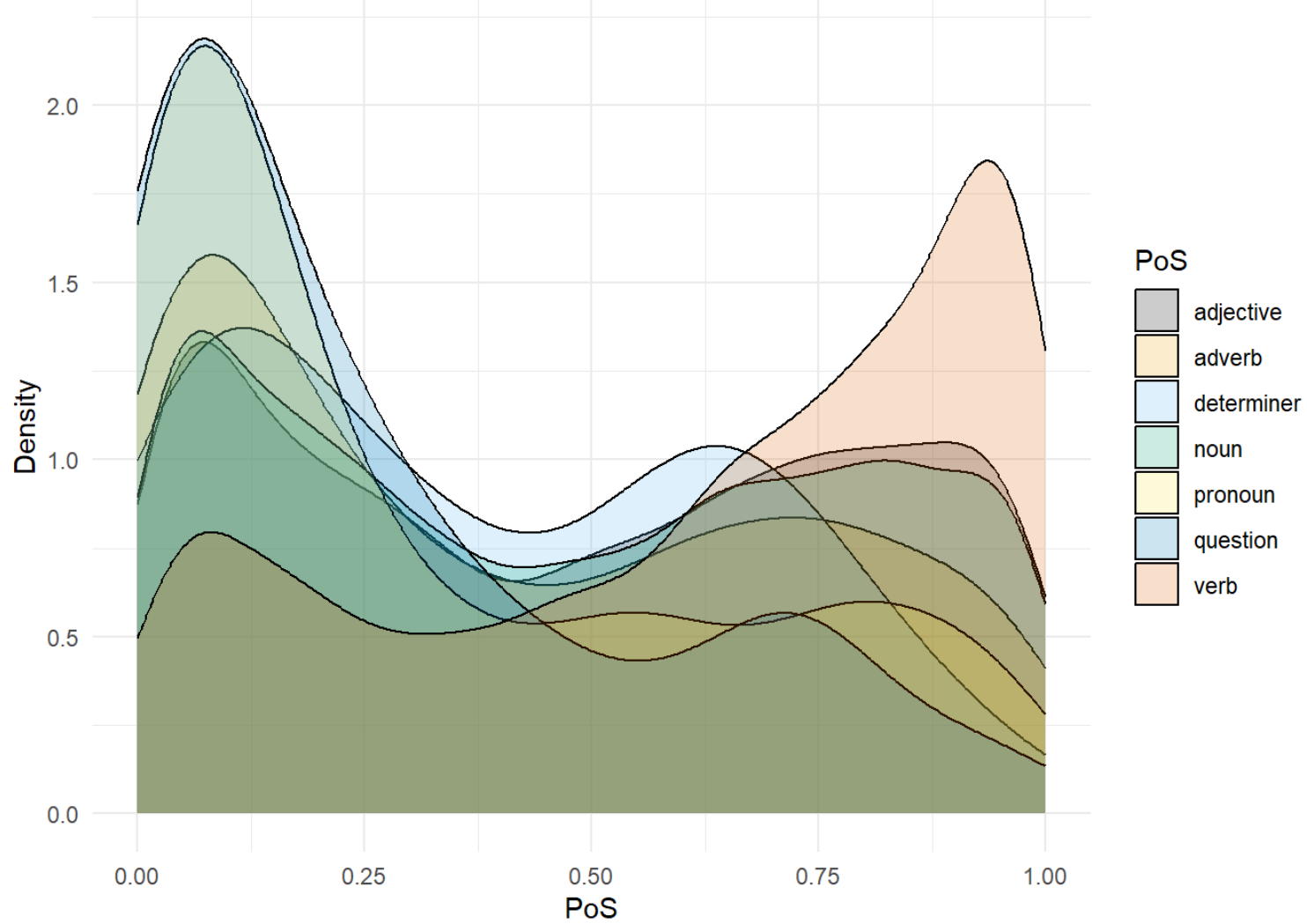


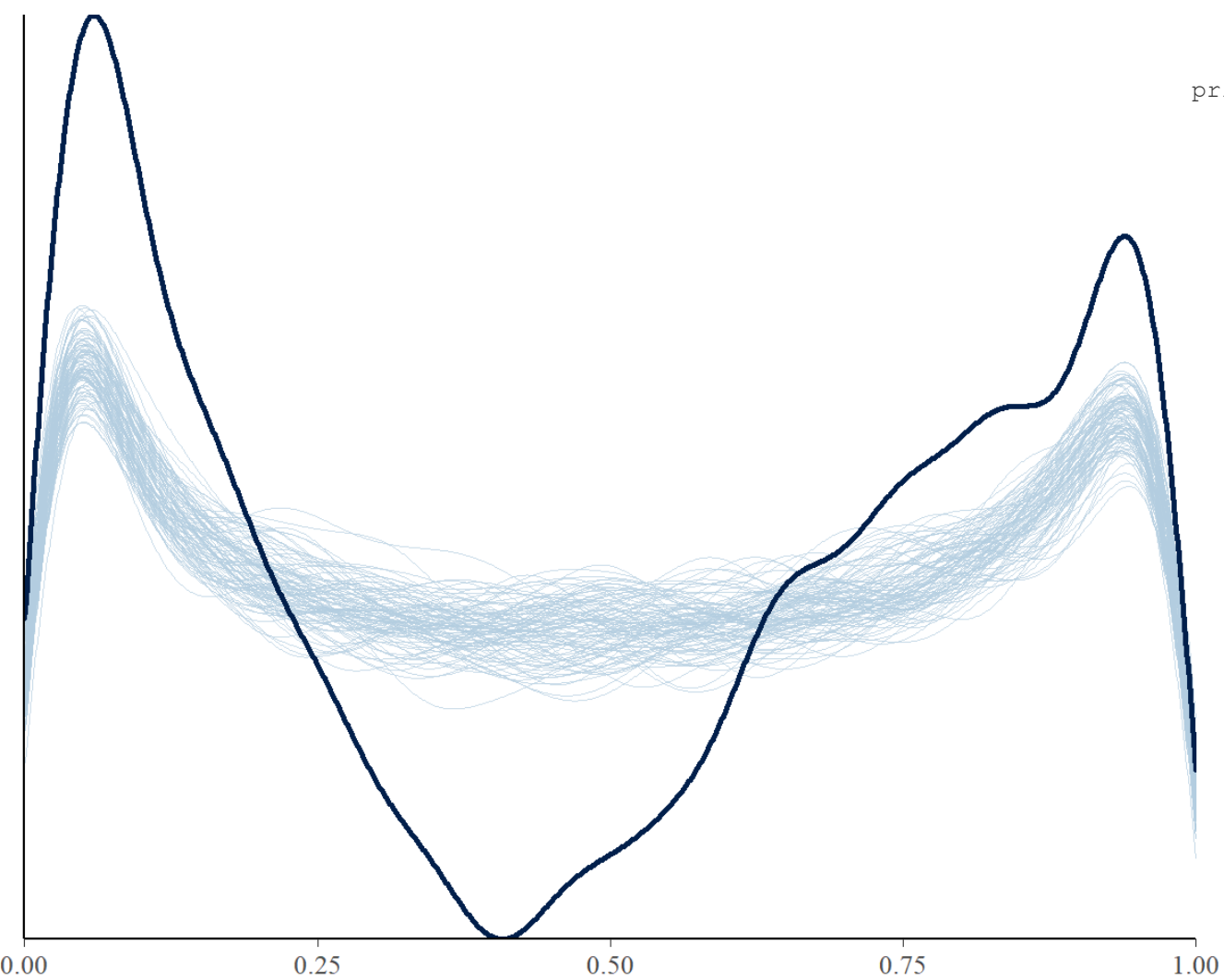












```
priors_beta_narrow <- c(  
  prior('normal(0.5, 0.5)',  
    class = 'Intercept',  
    lb = 0, ub = 1),  
  prior('normal(0, 0.2)',  
    class = 'b') )
```

```
## elpd_diff se_diff  
## mdl_zoib2 0.0 0.0  
## mdl_zoib -2.6 1.7  
## mdl_zoib4 -167.1 19.0  
## mdl_zoib3 -168.5 19.0
```

— y
— y_{rep}

