

Tom Stieler

# Ausgewählte Begriffe in der Teilchenphysik

Eine qualitative Inhaltsanalyse unter Verwendung von Ansätzen der Kognitiven Linguistik

Karlsruhe // 6. März 2024

# Worum es heute geht...

Weiterführung der Diskussion des Wuppertaler Symposiums 2018

Oliver Passon  
Thomas Zügge  
Johannes Grebe-Ellis *Hrsg.*

## Kohärenz im Unterricht der Elementarteilchenphysik

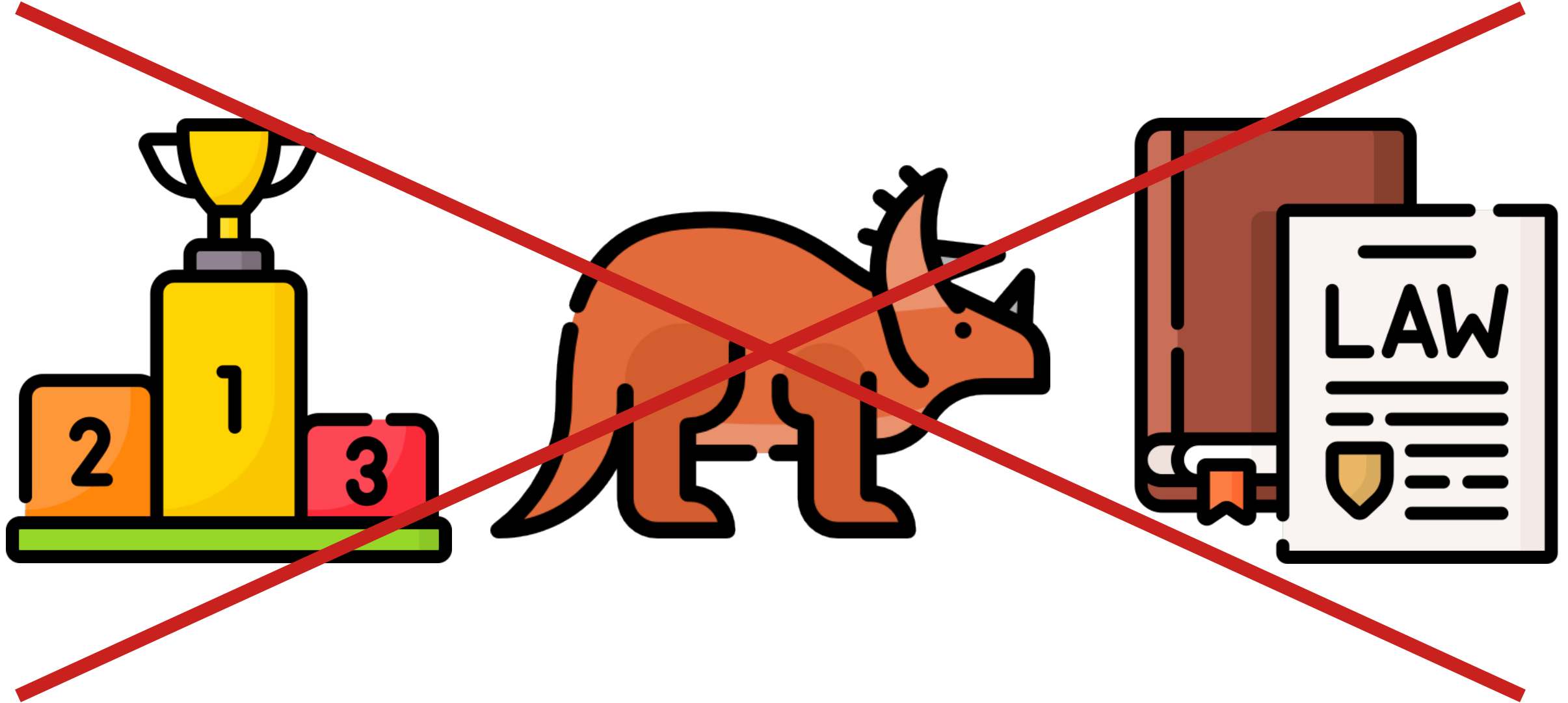
Tagungsband des Symposiums zur Didaktik  
der Teilchenphysik, Wuppertal 2018

Passon et al. 2020

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61607-9>

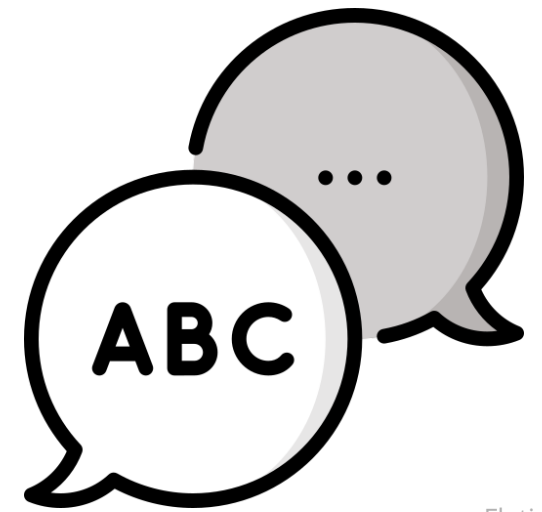
 Springer Spektrum

# Worum es heute NICHT geht...



# Ziel & Motivation

Wie werden ausgewählte Begriffe verwendet und deren Nutzung begründet?

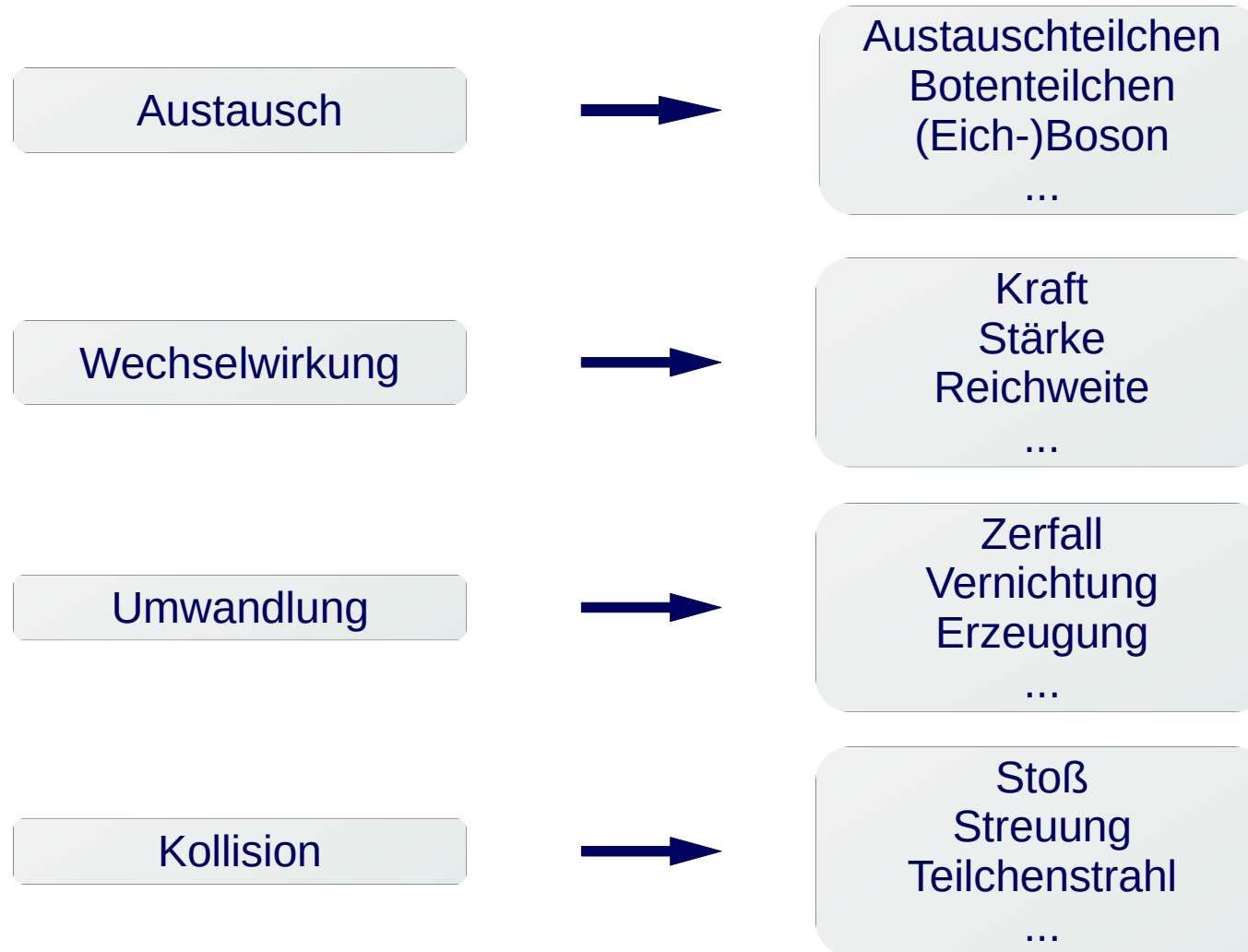


Wie wird die Verwendung unterschiedlicher Begriffe innerhalb der Community wahrgenommen?

Erhebung des Ausmaßes der Reflexionsfähigkeit und deren Folgen.

**Heute: Anregung für weitere physikdidaktische Forschung mittels Ansätzen der Kognitiven Linguistik.**

# Ziel & Motivation



# Kognitive Linguistik & Framesemantik

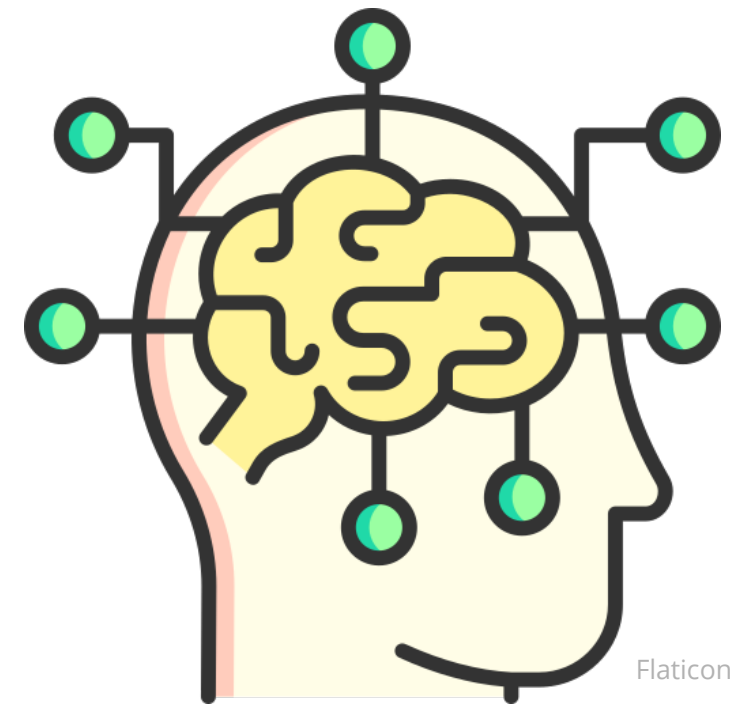
## Ein gebrauchsbasiertes Sprachmodell

### Kognitive Linguistik (Zima 2021)

- Sprache = Epiphänomen der menschlichen Kognition
- Bedeutung wird konstruiert
- Gebrauchsbasiertes Modell

### Framesemantik (Ziem 2008)

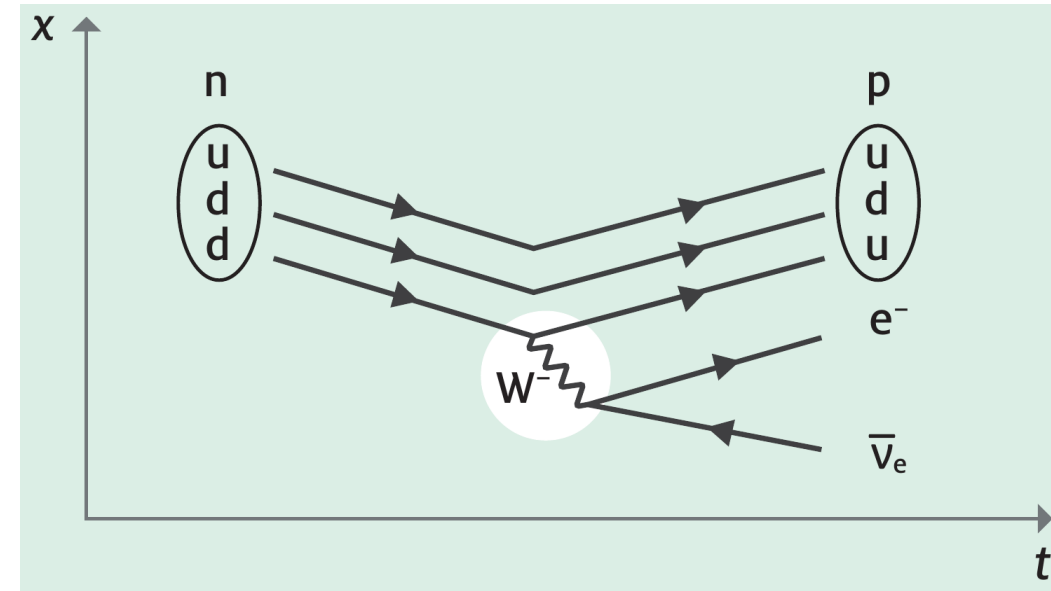
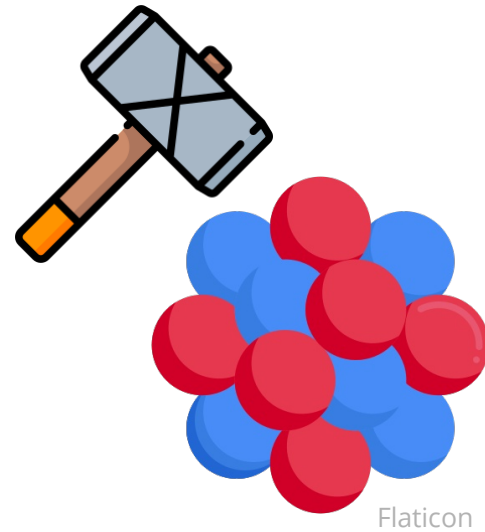
- Frame = konzeptuelle Wissensseinheiten
- Frames **evozieren** Bedeutung
- „Was muss ein:e Sprecher:in alles wissen, um ein Wort situationsadäquat zu benutzen?“ (Filmore 1977)



Flaticon

# Kognitive Linguistik & Framesemantik

Beispiel... was evoziert *Zerfall* für Sie?



Kobel et al. 2018, Abb. 46

**Sprachliches Wissen wird kategorisiert → Salopp: Schubladendenken**

# Dokumentenanalyse

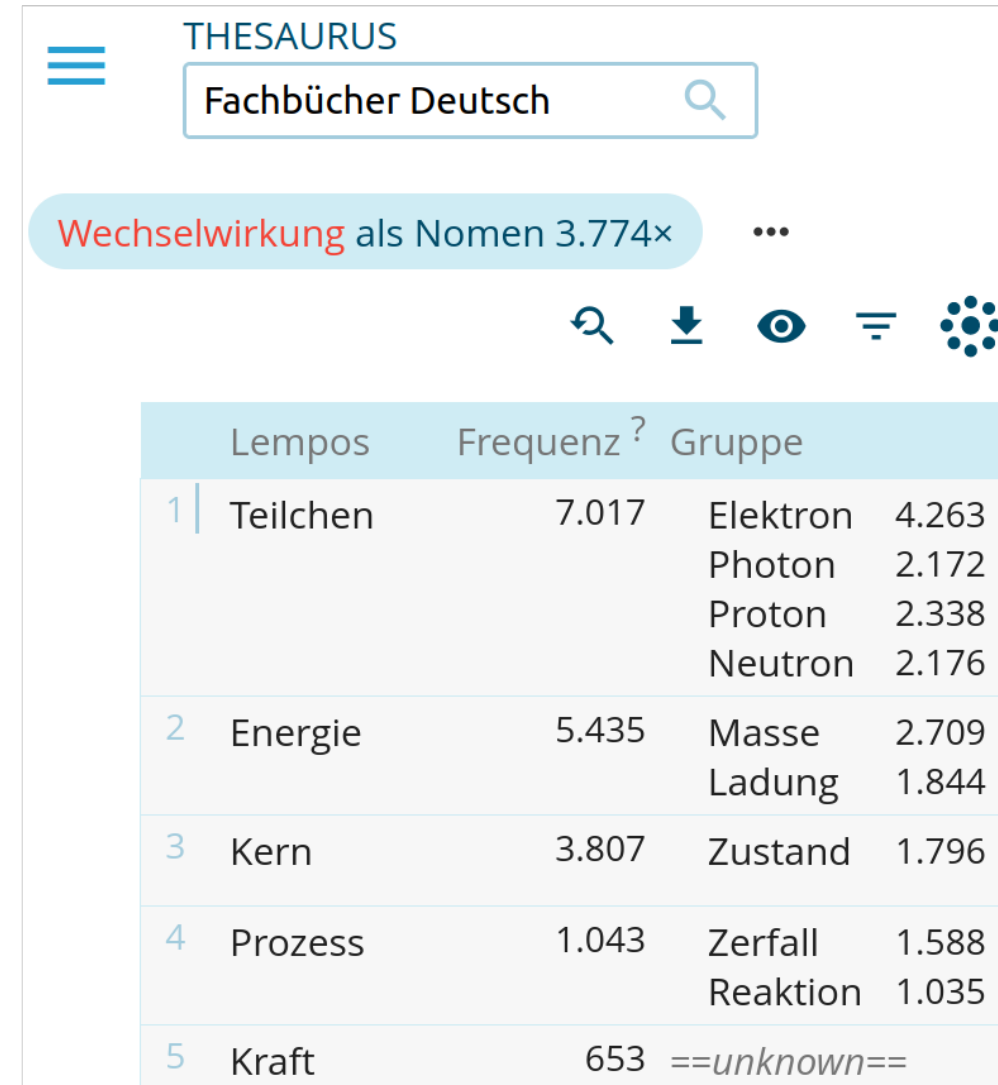
## → Sketch Engine

### Ausgewählte Dokumente

- Fachbücher Deutsch = 1.581.371 Wörter
- Fachbücher Englisch = 1.813.825 Wörter
  
- (Bechtle et al. 2023 = 110.135 Wörter)
- (Vergleich: Englische Wikipedia ≈ 1.360.000.000 Wörter)

### Legende

- Nomen → Substantiv
- Lempos → hier: Grundform eines Wortes → [Details hier](#)
- Frequenz → Anzahl der Vorkommen im Korpus
- Gruppe → Zuordnung basiert auf Bedeutungsähnlichkeit



THESAURUS

Fachbücher Deutsch

Wechselwirkung als Nomen 3.774x

	Lempos	Frequenz <sup>?</sup>	Gruppe	
1	Teilchen	7.017	Elektron	4.263
			Photon	2.172
			Proton	2.338
			Neutron	2.176
2	Energie	5.435	Masse	2.709
			Ladung	1.844
3	Kern	3.807	Zustand	1.796
4	Prozess	1.043	Zerfall	1.588
			Reaktion	1.035
5	Kraft	653	==unknown==	



# Expert:inneninterview

Thesaurus (Lexical Computing CZ 2019) für *Wechselwirkung*



6 Interviews

deutsch & englisch

während 26. IPPOG-Meeting

# Deduktiv qualitative Inhaltsanalyse (Mayring 2023; Kuckartz & Rädiker 2022)

## Verwendung der Framesemantik

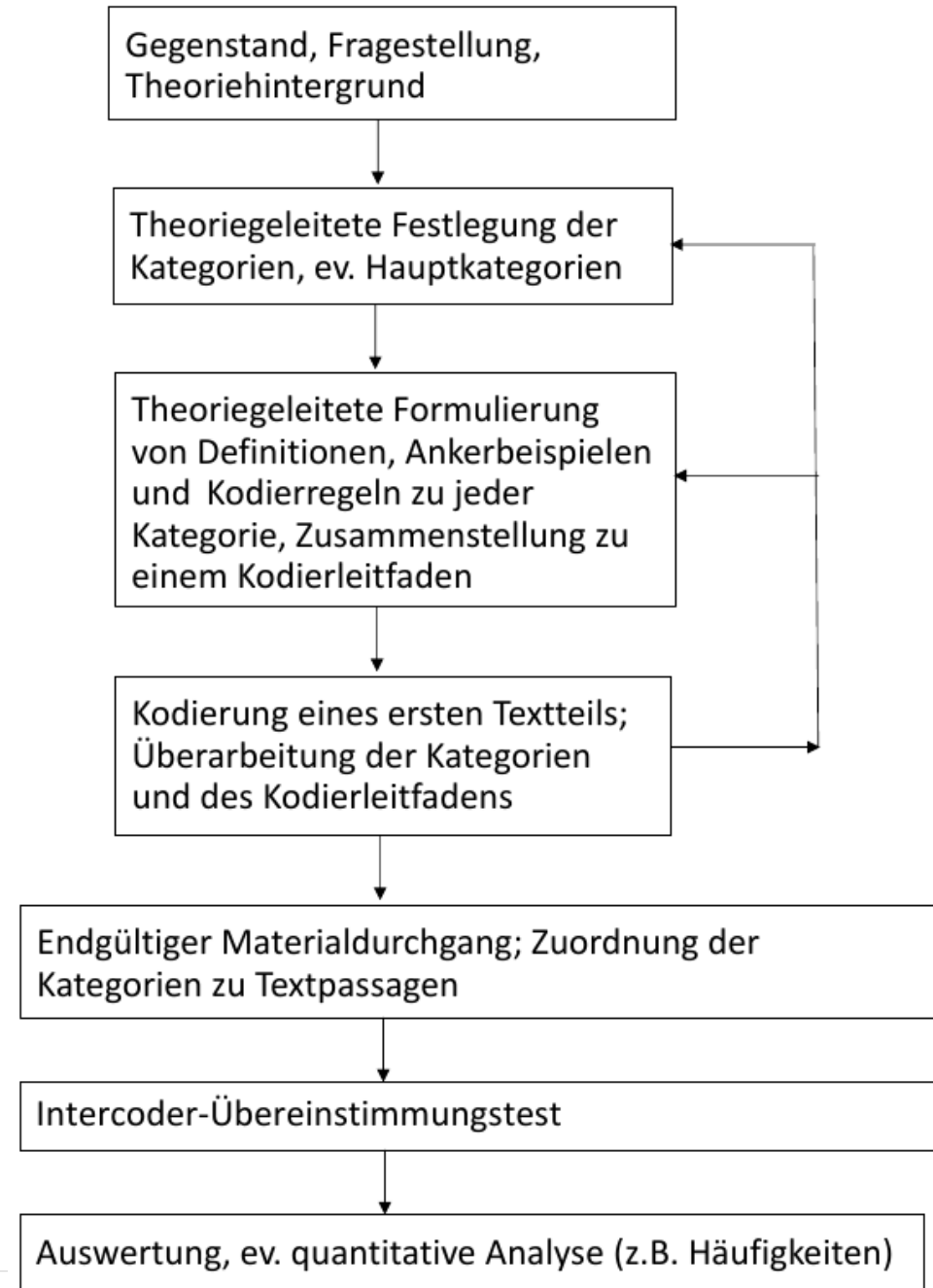
- Frame = konzeptuelle Wissensseinheit
- Frameelement (FE) = Grundeinheit
  - Kern-Element = konstitutiv
  - Nicht-Kern-Element

## → FrameNet-Konstruktion des Deutschen

„Erforscht und dokumentiert Form-Bedeutungsstrukturen der deutschen Gegenwartssprache“ (FrameNet 2023)

## Beispiel

Die **FE:Prozess** **Kollision** zur **FE:Erklärung** **Untersuchung neuer Teilchen** findet an den **FE:Ort** **Kreuzungspunkten** im LHC statt, immer **FE:Zeit** **wenn sich zwei Teilchenpakete treffen.**

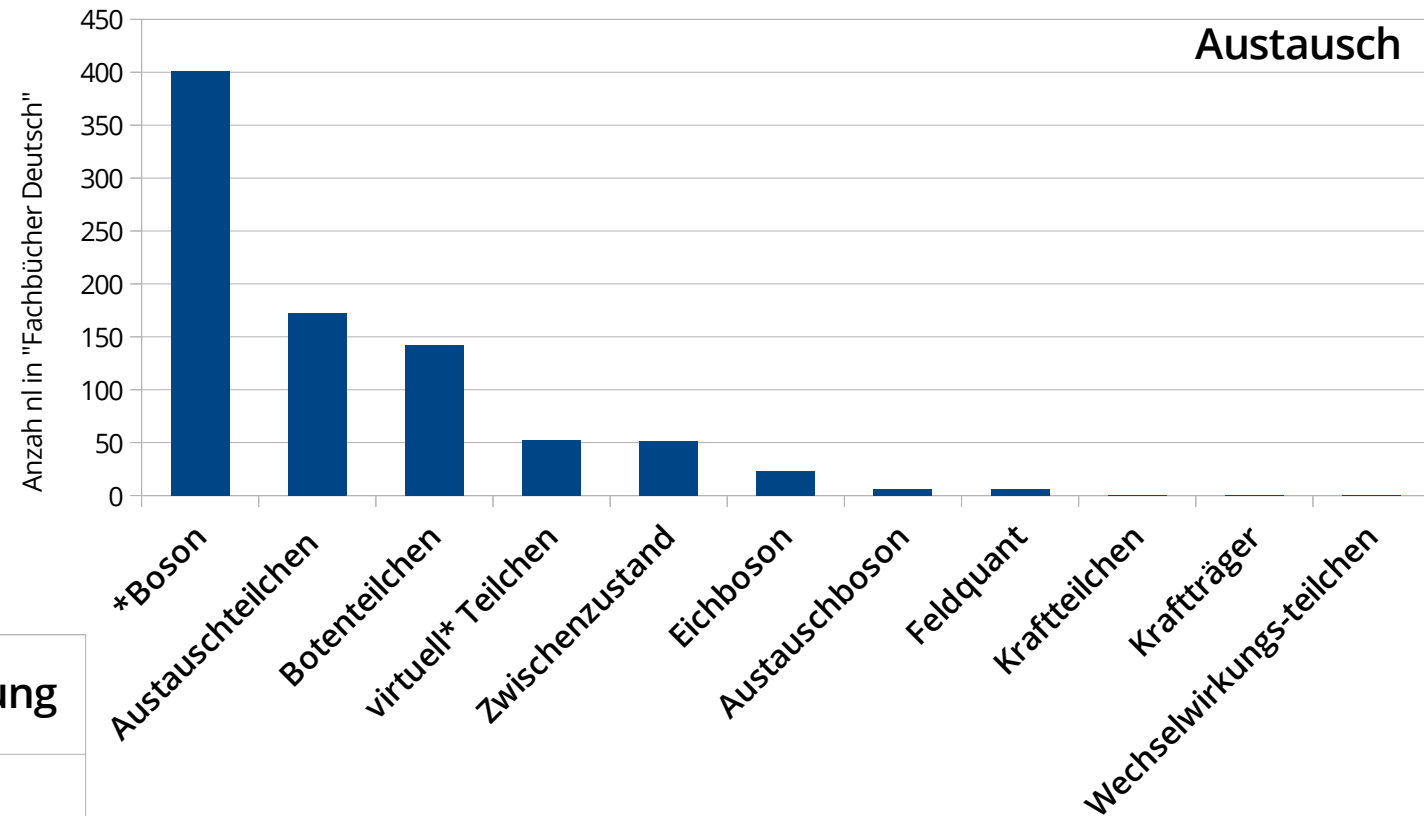
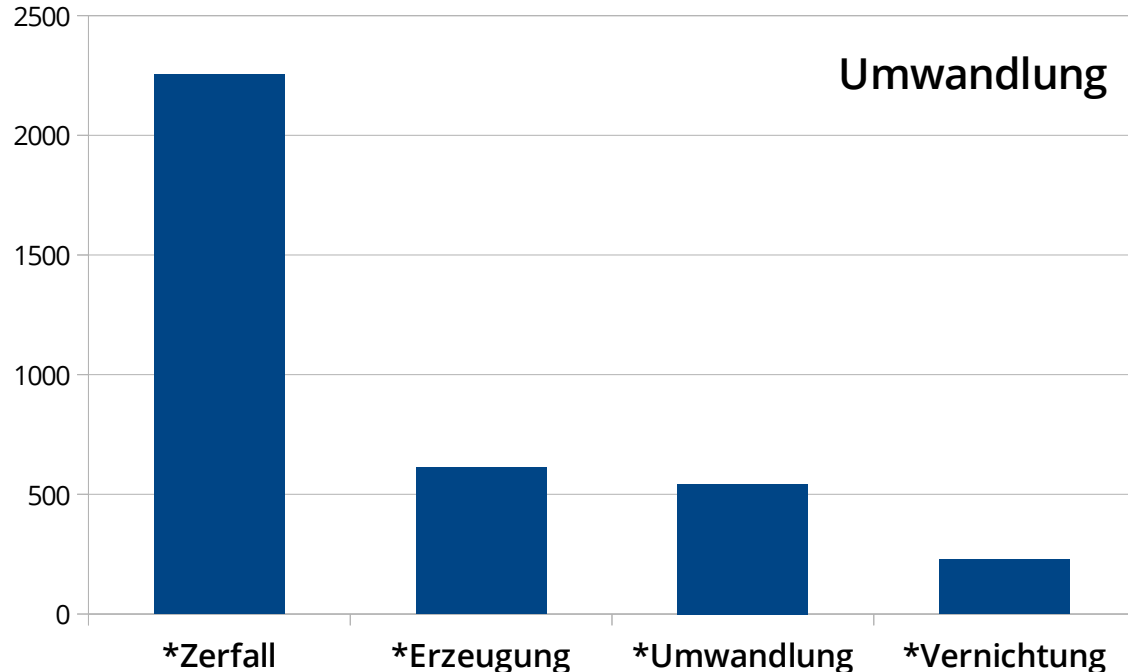


# Vorläufige Ergebnisse

## Dokumentenanalyse

**Fachbücher Deutsch = 1.581.371 Wörter**

(u.a. Bechtle et al. 2023, Bleck-Neuhaus 2010, Demtröder 2017, Kobel et al. 2021, Povh 2009)



### Hinweis

Mit \* gekennzeichnet → weitere Zeichen / Buchstaben dürfen vor oder hinter dem Wort stehen;

z.B. \*Boson umfasst auch *Eichboson*  
virtuell\* umfasst auch *virtuelles*

# Zusammenfassung & Ausblick



# Back up

# Dokumentenanalyse

## → Sketch Engine

FACHBÜCHER DEUTSCH

KORPUSINFORMATIONEN KORPUS VERWALTEN

- Word Sketch  
Kollokationen und Wortkombinationen
- Thesaurus  
Synonyme und ähnliche Wörter
- Parallelkonzordanz  
Übersetzungen suchen
- N-Gramme  
Mehrwortlexeme
- Trends  
Diachrone Analyse, Neologismen
- OneClick-Wörterbuch  
Automatische Wörterbucharstellung
- Word-Sketch-Vergleich  
Kollokationen zweier Wörter vergleichen
- Konkordanz  
Verwendungsbeispiele im Kontext
- Wortliste  
Häufigkeitsliste
- Schlüsselwörter  
Terminologieextraktion
- Texttypen-Analyse  
Statistiken des gesamten Korpus
- Zweisprachige Begriffspaare  
Extraktion zweisprachiger Begriffspaare

## KONKORDANZ

Einfach \*Umwandlung ● 543  
237,01 pro million token ● 0.024%

Sortieren GDEX

Suche, Download, Menü, Zoom, Filter, GDEX, Satz, +, Info, Favorit

Details

Satz

1	<input type="checkbox"/> Bethge et al. - 2008...	<s>Den zahlenmäßig weitaus größten Anteil haben aber die eigentlichen Kernreaktionen, bei denen eine <b>Elementumwandlung</b> auftritt.</s>	
2	<input type="checkbox"/> Bleck-Neuhaus - 2010...	<s>Zum Beispiel: Gibt es wirklich keine <b>Umwandlung</b> von Quarks in Leptonen?</s>	
3	<input type="checkbox"/> Kobel et al. - 2018 ...	<s>Die Erfahrung zeigt, dass bei <b>Umwandlungen</b> über die schwache Wechselwirkung immer nur ganz bestimmte Paare von Teilchen beteiligt sind.</s>	
4	<input type="checkbox"/> Kobel et al. - 2018 ...	<s>Ein Beispiel dafür ist die <b>Myon-Umwandlung</b> (meist irreführend "Myon-Zerfall" genannt).</s>	
5	<input type="checkbox"/> Karg et al. - 2021 -...	<s>Für solche <b>Teilchenumwandlungen</b> gelten dieselben Gesetze wie für den Kernzerfall, daher wird auch hier von "Zerfallsgesetz" gesprochen.</s>	

# Dokumentenanalyse

## → Sketch Engine

THESAURUS

Fachbücher Deutsch

Wechselwirkung als Nomen 3.774x

🔍 ⬇️ 👁️ ⚙️ 🌐

	Lempos	Frequenz <sup>?</sup>	Gruppe	
1	Teilchen	7.017	Elektron	4.263
			Photon	2.172
			Proton	2.338
			Neutron	2.176
2	Energie	5.435	Masse	2.709
			Ladung	1.844
3	Kern	3.807	Zustand	1.796
4	Prozess	1.043	Zerfall	1.588
			Reaktion	1.035
5	Kraft	653	==unknown==	

WORD-SKETCH-VERGLEICH

Fachbücher Deutsch

Umwandlung 404x Wechselwirkung 3.774x

Mehr Speicherplatz erhalten

🔍 ⬇️ 👁️ ⚙️ 🌐

modifiers of "Umwandlung/ Wechselwirkung"				genitive objects of "Umwandlung/ Wechselwirkung"				nouns with "Umwandlung/ Wechselwirkung" as genitive object			
radioaktiv	67	0	...	d-Quarks	3	0	...	Beispiel	3	0	
umgekehrt	3	0	...	W-Teilchen	3	0	...	Zahl	3	0	
gegenseitig	3	3	...	Higgs-Teilchen	3	0	...	P-Verletzung	0	3	
folgend	8	3	...	Proton	12	5	...	Symmetriegruppe	0	5	
direkt	4	4	...	Neutron	9	5	...	Vielkörpersystem	0	5	
möglich	5	10	...	Atomkern	3	3	...	Glashow-Salam-Weinberg-Modell	0	13	
gravitativ	0	50	...	Teilchen	7	107	...	Besonderheit	0	22	
elektroschwach	0	59	...	Photon	0	13	...	Reichweite	0	33	
fundamental	0	69	...	Reichweite	0	7	...	Phänomenologie	0	32	
elektromagnetisch	0	280	...	Strahlung	0	16	...	Theorie	0	44	
stark	0	698	...	Strom	0	28	...	Prozess	0	47	
schwach	0	820	...	Photonenstrahlung	0	53	...	Stärke	0	51	

# Deduktiv qualitative Inhaltsanalyse (Mayring 2023; Kuckartz & Rädiker 2022)

## RQ1-1: Prozess

Dieses FE gibt den Namen des Prozesses, der stattfindet, an.

## RQ1-2: Art und Weise

Dieses FE bezieht sich auf die Art und Weise, wie der Prozess stattfindet.

## RQ1-3: Dauer (peripher)

Dieses FE bezieht sich auf die Zeitspanne, in der ein Zustand anhält oder ein Prozess verläuft.

## RQ1-4: Ergebnis (extrathematisch)

Das FE ist das Resultat des Prozesses.

## RQ1-5: Erklärung (extrathematisch)

Dieses FE bezieht sich auf den Grund, weshalb der Prozess stattfindet.

## RQ1-6: Ort (peripher)

Dieses FE bezieht sich auf den Ort, an dem sich der Prozess vollzieht.

## RQ1-7: Zeit (peripher)

Dieses FE gibt an, wann sich der Prozess vollzieht.

## RQ1-8: Reflexion

Reflexion erkennbar

## RQ1-9: Sonstiges

Gegenstand, Fragestellung, Theoriehintergrund

Theoriegeleitete Festlegung der Kategorien, ev. Hauptkategorien

Theoriegeleitete Formulierung von Definitionen, Ankerbeispielen und Kodierregeln zu jeder Kategorie, Zusammenstellung zu einem Kodierleitfaden

Kodierung eines ersten Textteils; Überarbeitung der Kategorien und des Kodierleitfadens

Endgültiger Materialdurchgang; Zuordnung der Kategorien zu Textpassagen

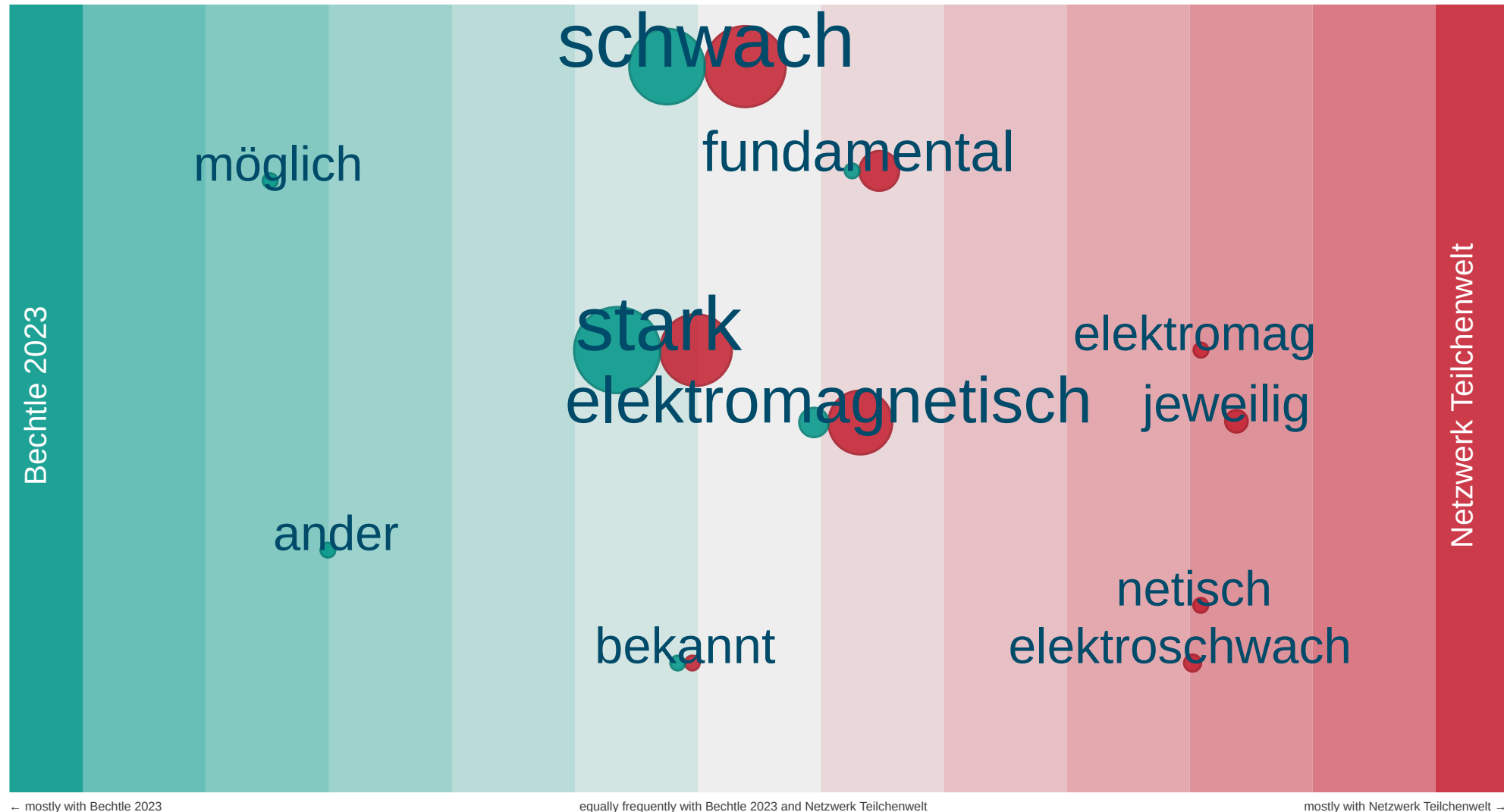
Intercoder-Übereinstimmungstest

Auswertung, ev. quantitative Analyse (z.B. Häufigkeiten)



# Vorläufige Ergebnisse

Dokumentenanalyse: Wechselwirkung



# Literatur

- Bechtle, P., Bernlochner, F., Dreiner, H., Hanhart, C., Jochum, J., Pretz, J., & Riebe, K. (2023). *Faszinierende Teilchenphysik: Von Quarks, Neutrinos und Higgs zu den Rätseln des Universums*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-67904-3>
- Fillmore, C. J., & Baker, C. (2015). A frames Approach to Semantic Analysis. In B. Heine & H. Narrog (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Linguistic Analysis* (2. Aufl., S. 791–816). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199677078.013.0013>
- FrameNet (2023). *Über das Projekt: Worum es geht*. FrameNet-Konstruktikon des Deutschen. <https://gsw.phil.hhu.de/project/about>
- Kranjc Horvat, A. (2022). Particle Physics in High-School Education: What should students and teachers learn? <https://doi.org/10.25932/PUBLISHUP-56026>
- Kobel, M., Bilow, U., Lindenau, P., & Schorn, B. (2018). *Teilchenphysik / Unterrichtsmaterial ab Klasse 10: [1] Ladungen, Wechselwirkungen und Teilchen* (3. Aufl.). Joachim Herz Stiftung.
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden* (5. Auflage). Beltz Juventa. <https://d-nb.info/1244522333>
- Lexical Computing CZ. (2019, Mai 14). *Thesaurus*. Sketch Engine. <https://www.sketchengine.eu/guide/thesaurus-synonyms-antonyms-similar-words/>
- Mayring, P. (2020). *QCAmap Step by Step – a Software Handbook*. <https://qualitative-content-analysis.org/de/software/>
- Mayring, P. (2023). *Einführung in die qualitative Sozialforschung* (7. Aufl.). Beltz Verlagsgruppe. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2023012520081927272726>
- Oettle, M. (2021). Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. Eine Delphi-Studie (1. Aufl., Bd. 315). Logos Verlag Berlin. <https://doi.org/10.30819/5305>
- Passon, O., Zügge, T., & Grebe-Ellis, J. (Hrsg.). (2020). Kohärenz im Unterricht der Elementarteilchenphysik: Tagungsband des Symposiums zur Didaktik der Teilchenphysik, Wuppertal 2018 (1. Aufl.). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61607-9>
- Ziem, A. (2008). *Frames und sprachliches Wissen: Kognitive Aspekte der semantischen Kompetenz* (Bd. 2). Walter de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110209419>
- Zima, E. (2021). *Einführung in die gebrauchsbasierte Kognitive Linguistik*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110665642>