

Seminar Künstliche Intelligenz

Gerrymandering

**Studie: „Nonparametric Detection of
Gerrymandering in Multiparty Plurality
Elections” - Stolicki, D., Słomczynski, W.,
Szufa, S. (2024)**

Von Kristina Lekic, 16.07.2025

Gliederung

1. Gerrymandering - Ursprung und Bedeutung

1. Beispiele
2. Gerrymandering & Technologie

2. Hintergrund zur Studie

1. Nichtparametrisches statistisches Lernen
2. Kernel-Methode
 1. Methodentest
 2. Ergebnisse

3. Weitere Methoden

1. Praxisbeispiel – „Redist“
2. Vorteile der Kernel-Methode im Vergleich
3. Herausforderungen aktueller Methoden

4. Ausblick

5. Literaturverzeichnis

1. Gerrymandering – Ursprung & Bedeutung

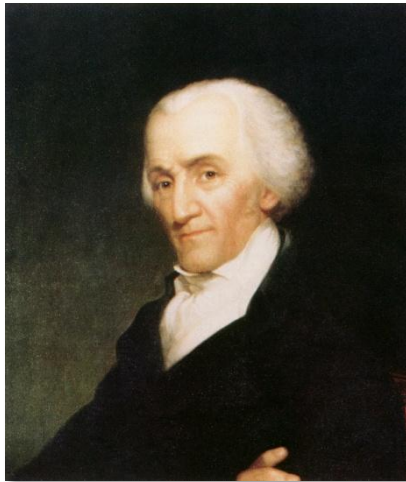
Gouverneur Elbridge Gerry

+

Salamander

=

?



1. Gerrymandering – Ursprung & Bedeutung

➔ Elbridge **GERRY** und Sala**MANDER**

- Komposita
- Wahlbezirk in Massachusetts, 1812
- Manipulation von Wahlbezirksgrenzen



1. Gerrymandering – Ursprung & Bedeutung

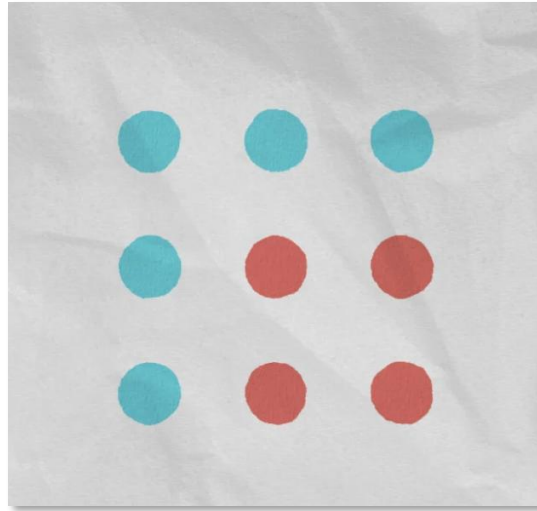
Definition

„Das Zuschneiden von Wahlbezirken einer Partei zu ihren Gunsten.“ – Polyas, 2025

Strategien

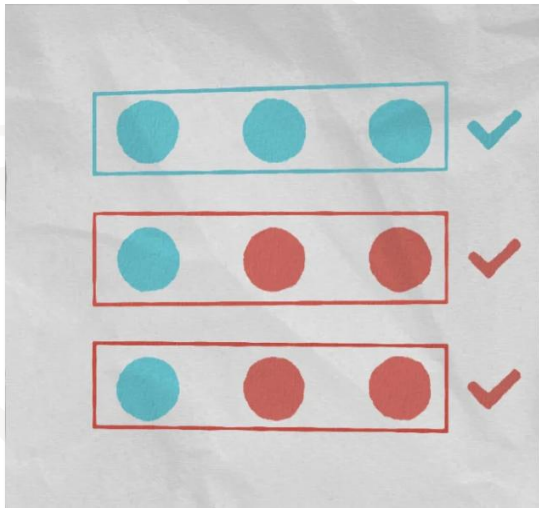
- **Packing:** Örtliche Bündelung von Parteisympathisanten, um Stimmenanteil innerhalb eines Bezirks zu maximieren → Hochburgbildung
- **Cracking:** Zerstörung der Dominanz gegnerischer Partei im Bezirk durch systematische Verteilung der Wählerschaft → Zerstreuung

1.1 Beispiele

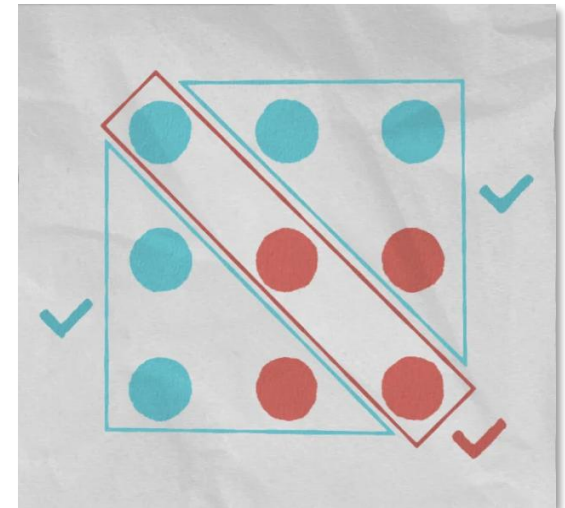


**Mehrheit der Wähler
stimmt für blau**

Rot gewinnt



Blau gewinnt



1.1 Beispiele

- Entwurf eines **zweiten** Wahlbezirks
- Vorwurf: **Racial Gerrymandering**
- **27.06.2025**: Vertagung der Entscheidung des obersten Gerichtshofs bzgl. der Kongresswahlkreise in Louisiana

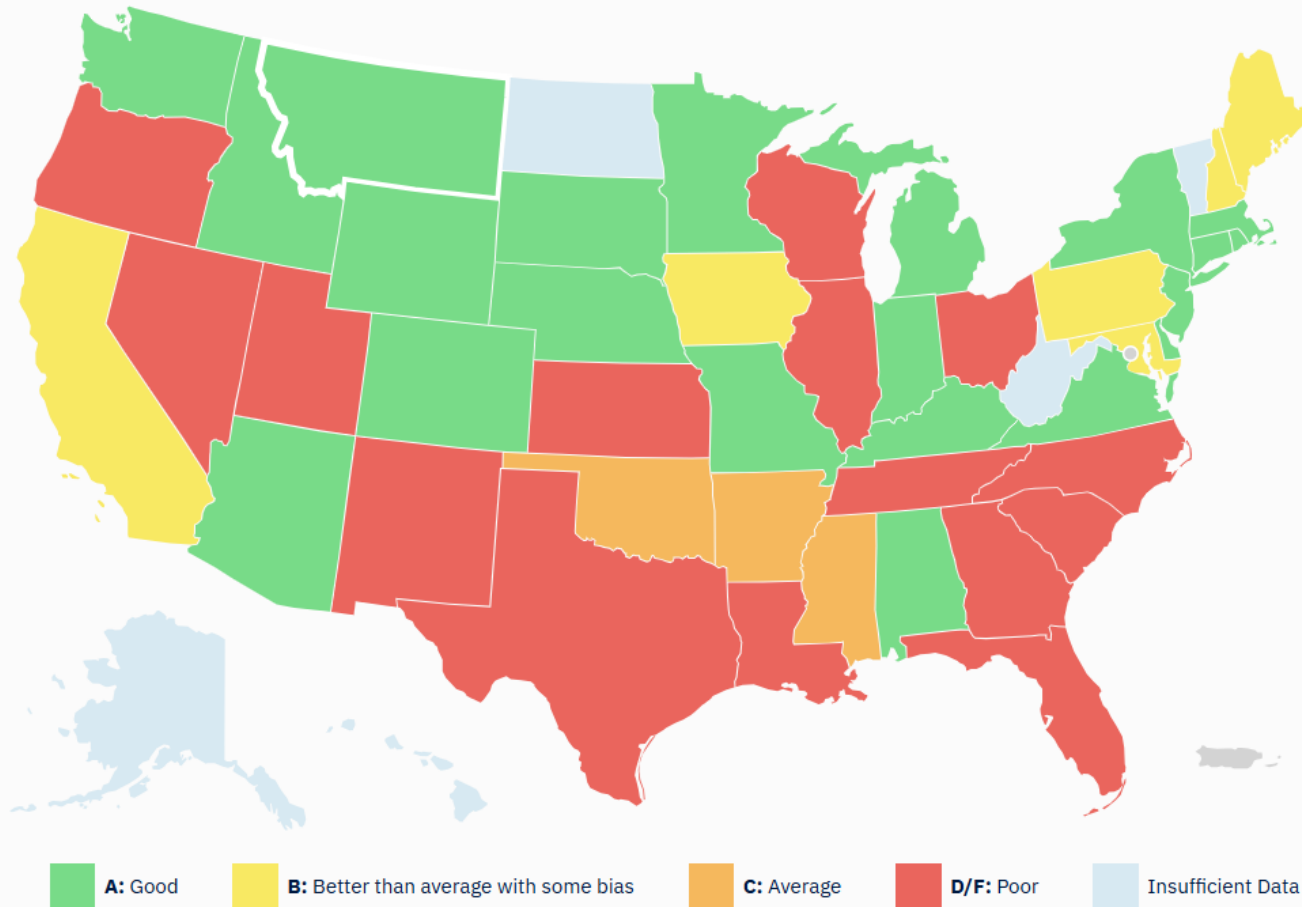


1.2 Gerrymandering & Technologie

- Vorhersagen über Wahlverhalten durch **Big Data**
- **Nutzung von Algorithmen zur Entwicklung manipulierter Wahlkreispläne**
- **Nutzung von Algorithmen zur Aufdeckung von Manipulation und Erstellung neutraler Wahlkreispläne**

1.2 Gerrymandering & Technologie

Redistricting Report Card



<https://gerrymander.princeton.edu/redistricting-report-card/>

2. Hintergrund zur Studie

„Nonparametric Detection of Gerrymandering in Multiparty Plurality Elections”

- Stolicki, Słomczynski und Szufa
- Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence 2024



Dariusz Stolicki



Wojciech Słomczynski

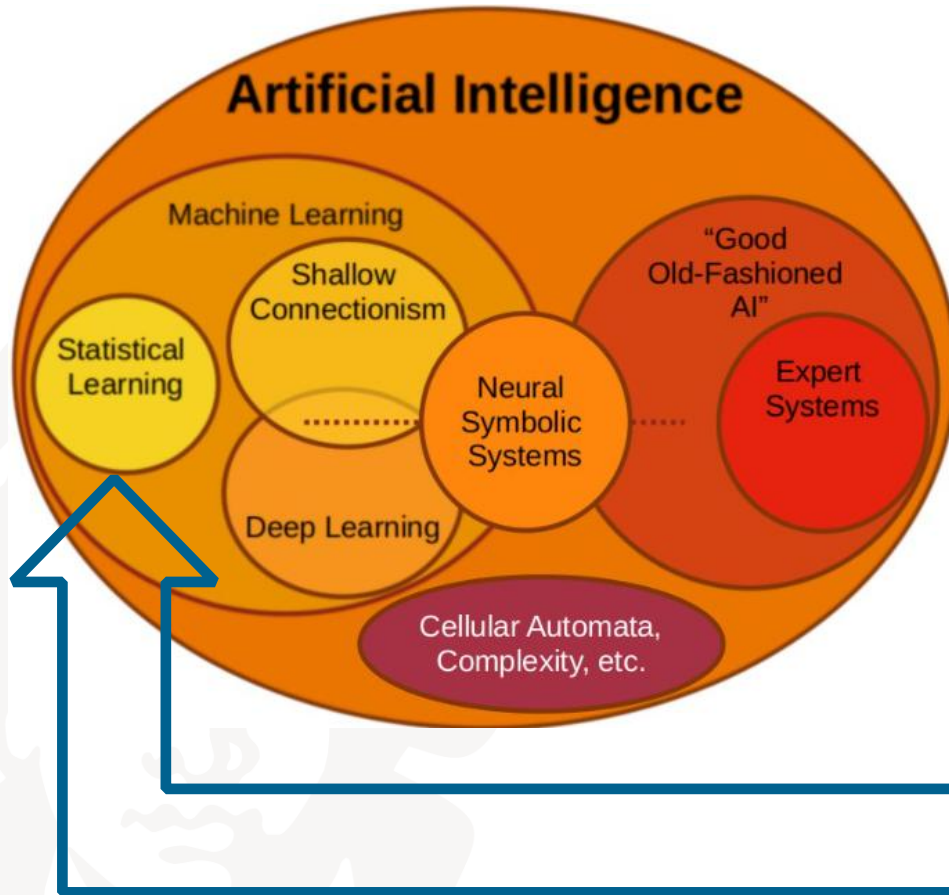


Stanisław Szufa

2. Hintergrund zur Studie

- Vorstellung neuer Methode zur Aufdeckung von manipulierten Wahlkreisgrenzen
 - „Kernel-Methode“
- Nutzung in **FPTP**-Wahlen
 - „First past the post“ → Mehrheitswahlen
 - Mehrere Wahlbezirke innerhalb eines Gebietes
 - Kandidat mit den meisten Stimmen im Bezirk wird Abgeordneter
 - Beispiel: Britisches Parlament
- Nichtparametrisches statistisches Lernen zur Erkennung von Anomalien → Sitz-Stimmen-Verhältnis

2.1 Nichtparametrisches statistisches Lernen

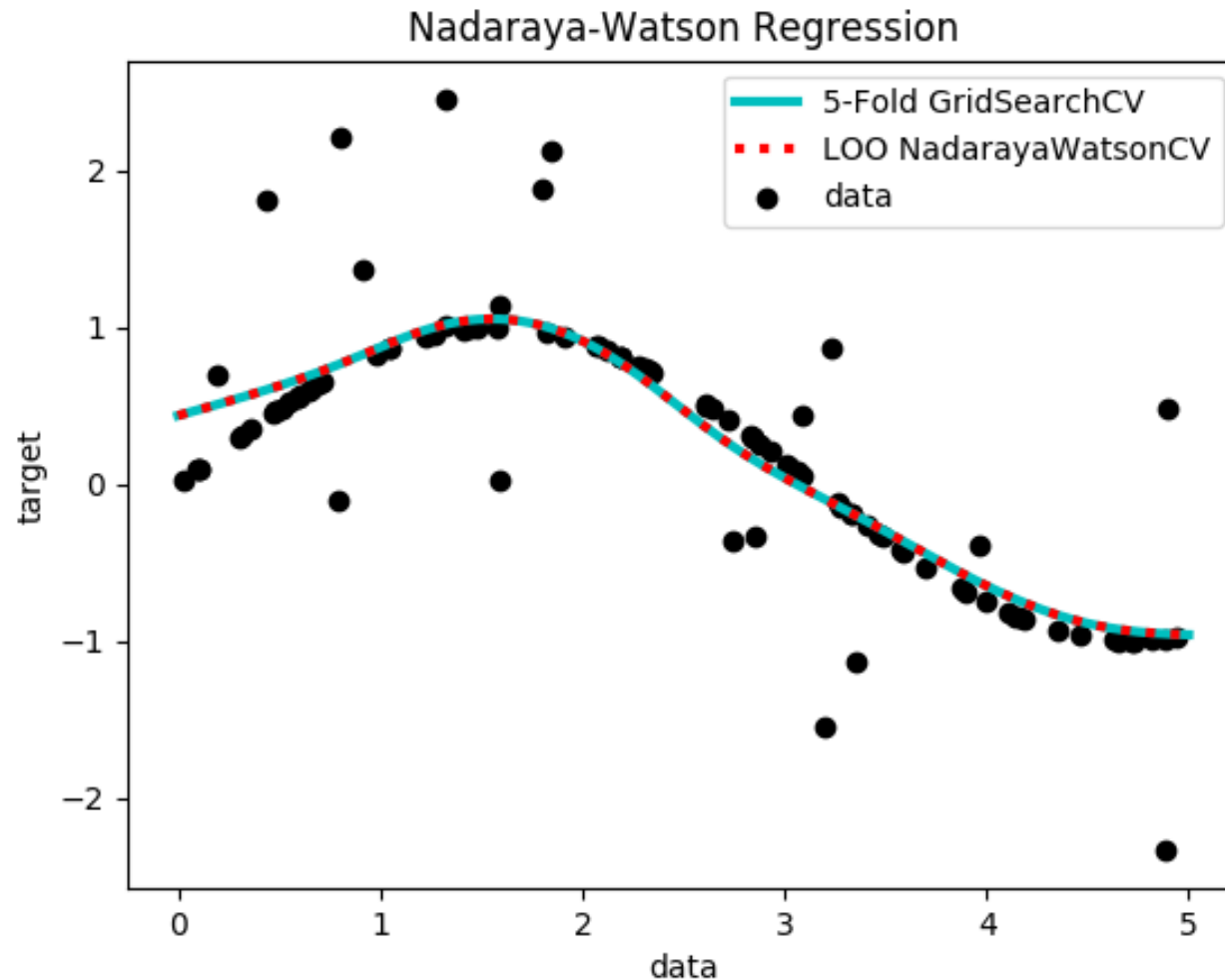


- Vielzahl von **Techniken** und Methoden der Statistik und des maschinellen Lernens
- Modelle zur **Aufdeckung** von Trends, Mustern und Beziehungen
- Erstellung **prädiktiver Modelle**
- Kernel-Methode:
Wahlgerechtigkeit wird aus empirischen Daten **erlernt**

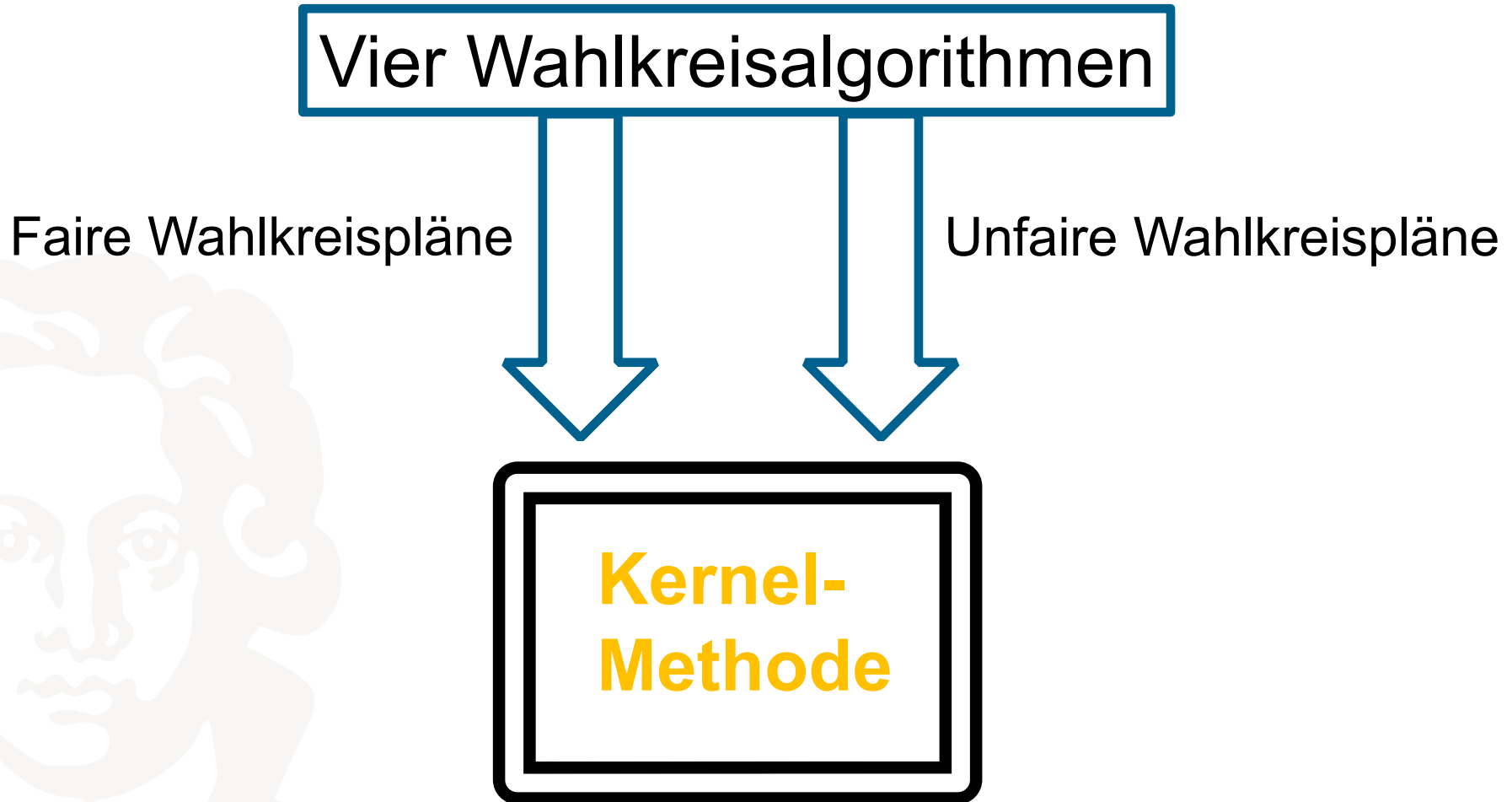
2.2 Kernel-Methode

- 1 Beobachteter Stimmenanteil einer Partei und Wettbewerbsmuster**
- 2 Kernel-Regression zur Entwicklung der Sitz-Stimmen-Funktion**
- 3 Schätzung des Sitzanteilswertes durch Sitz-Stimmen-Funktion**
- 4 Abweichung des tatsächlichen Sitzanteilswertes vom erwarteten**

2.2 Kernel-Methode



2.2.1 Methodentest



2.2.2 Ergebnisse

Im Bereich des maschinellen Lernens werden **Accuracy**, **Precision** und **Recall** als Metriken zur Qualitätsbeurteilung von Klassifizierungsmodellen genutzt.

Precision = 0,896

→ Korrekte Vorhersagen der positiven Klasse

Recall = 0,912

→ Identifikation aller Instanzen der positiven Klasse

3. Weitere Methoden

Mean-Median-Difference-Methode

- McDonald et al., 2011
- Messung der Schiefe der Stimmenverteilung

Efficiency-Gap-Methode

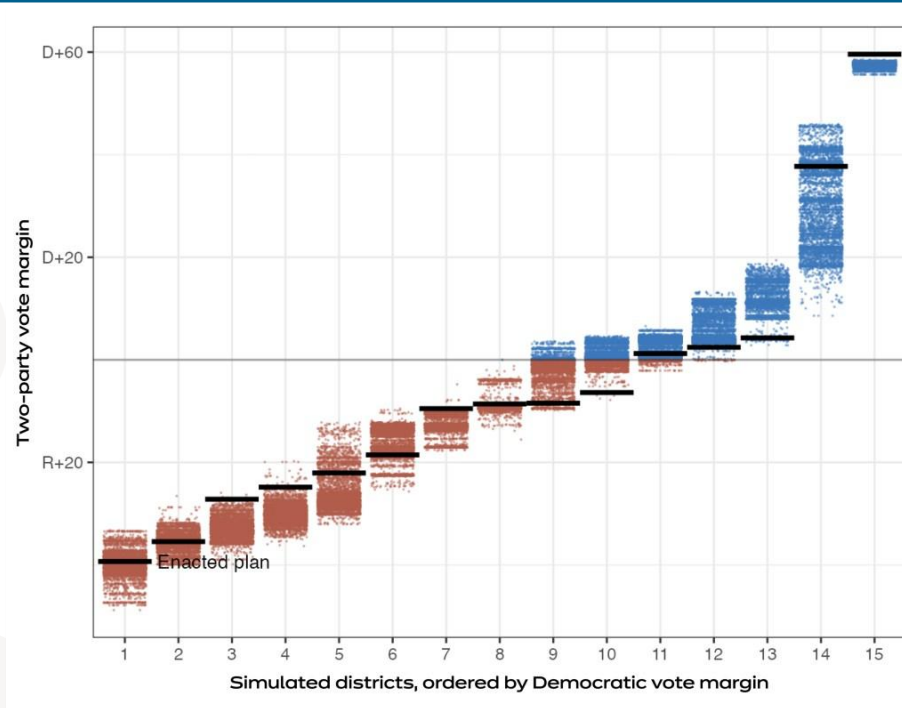
- McGhee, 2014
- Betrachtung der Anzahl verlorener Stimmen

Sequential-Monte-Carlo Simulation

- McCartan und Imai, 2023
- Generierung einer Stichprobe von Neugliederungsplänen
- Redist Software

3.1 Praxisbeispiel – „Redist“

- Sequential Monte-Carlo-Simulation
- Generierung von 5000 bis 10000 **Alternativkarten** → Vergleich mit vorgeschlagenen bzw. verabschiedeten Karten
- Algorithmus beginnt mit **leerer Karte**



3.2 Vorteile der Kernel-Methode im Vergleich

- **Nichtparametrisch** → Keine Annahmen über Wahrscheinlichkeitsverteilung
- Einsatz bei **Mehrparteiensystemen und Ensembles**
- Freiheit gegenüber **restriktiven, theoretischen Annahmen**

Vergleich Kernel-Methode zu acht anderen Methoden:

Pearson-Koeffizient = 0,623

Indikator für beste Effektivität zur Aufdeckung von Gerrymandering

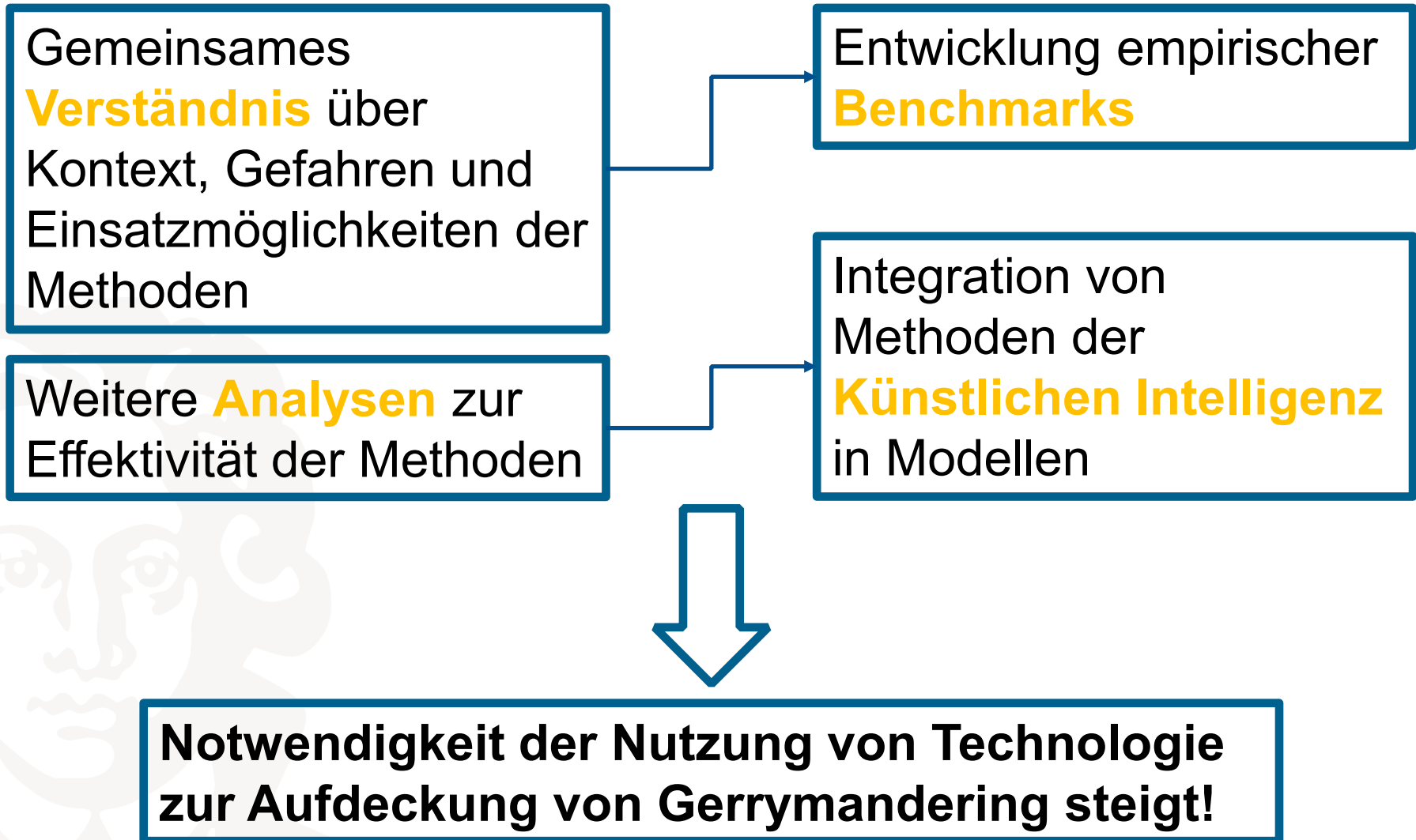
3.3 Herausforderungen aktueller Methoden

“We understand the desire to have a simple metric whereby partisan gerrymandering can be detected with a single value. However, our results show that metrics are not the simple solution that many researchers and practitioners hoped they would be. The metrics we study here (and we suspect all metrics) can be gamed.” – Ratliff et al., 2023, S. 24

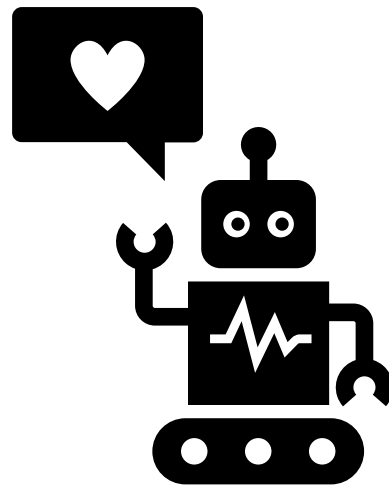
3.3 Herausforderungen aktueller Methoden

- Nicht robust gegenüber **Manipulation**
- Schwierigkeiten bei **Ensembles**
- Ergebnisse teils **kontraintuitiv und Instabil**
 - Große Differenzen in Ergebnissen auf Grund minimaler Unterschiede in Bedingungen
- **Fehlende Daten** (insbesondere für Mehrparteienwahlen)

4. Ausblick



Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!



5. Literaturverzeichnis

- Bernstein, M., Walch, O. (2022). Measuring partisan fairness, in: Political Geometry, Kap. 2, S. 39-75
- Biesinger, G. (2024). Dem Sieger gehört alles, Tagesschau, <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/grossbritannien-wahl-parteien-100.html>
- Castellino, L. (2023). Political Gerrymandering in Today's Technological Landscape, STLR, https://journals.library.columbia.edu/index.php/stlr/blog/view/482#_ftnref8 (28.06.2025)
- Centrum Badan Illosciowych nad Polytika Uniwersytetu Jagiellońskiego (2025). Stanislaw Szufa, <https://cbip.uj.edu.pl/documents/7503643/152810621/stanislaw-szufa.jpg/6f70aaf6-bf8c-4bb0-9e2a-3361ce339d5c?t=1676016313979>
- Citizen Conservation (2024). Feuersalamander, https://i0.wp.com/citizen-conservation.org/wp-content/uploads/2024/05/Blog_News_Feuersalamander-net_Teaser_680x680.jpg?fit=680%2C680&ssl=1
- DeFord, D., Dhamankar, N., Duchin, M., Gupta, V., McPike, M., Schoenbach, G., Sim, K. W. (2021). Implementing Partisan Symmetry: Problems and Paradoxes, in: Political Analysis, Vol. 31, S. 305-324
- DeFord, D., Vemoett E. (2025). Bounds and Bugs: The Limits of Symmetry Metrics to Detect Partisan Gerrymandering, in: Arxiv
- Evidently AI (2025). Accuracy vs. precision vs. recall in machine learning: what's the difference?, <https://www.evidentlyai.com/classification-metrics/accuracy-precision-recall> (29.06.2025)
- Exxact (2021). Artificial Intelligence, <https://www.exxactcorp.com/blog/Deep-Learning/difference-between-ai-machine-learning-and-deep-learning>
- Fairvote (2025). First past the post: What is it? What are the results in Canada? <https://www.fairvote.ca/what-is-first-past-the-post/> (04.06.2025)
- Gerrymander Princeton (2025). Redistricting Report Card, <https://gerrymander.princeton.edu/redistricting-report-card/>
- Hawlin, A. (2023). Manipulation durch Gerrymandering, https://zdfheute-stories-scroll.zdf.de/usa_wahl_gerrymandering/index.html (28.06.2025)
- Historic Ipswich (2025). The Gerrymander is Born in Essex County, February 11, 1812, <https://historicipswich.net/2023/11/11/gerrymander-1812/>

5. Literaturverzeichnis

- Instytut Nauk Politycznych i Stosunkow Miedzynarodowych Uniwersytetu Jagiellońskiego (2025). Dariusz Stolicki, <https://inp.uj.edu.pl/documents/3905854/151288568/dariuszstolicki.jpg/9f3baded-27af-4610-966e-1eabd84b8b5b?t=1658528418842>
- Instytut Matematyki Uniwersytetu Jagiellońskiego (2025). Wojciech Slomczynski, https://www2.im.uj.edu.pl/pracownicy/images/Wojciech_Slomczynski.jpg
- McCartan, C., Imai, K. (2023). SEQUENTIAL MONTE CARLO FOR SAMPLING BALANCED AND COMPACT REDISTRICTING PLANS, The Annals of Applied Statistics 2023, Ausgabe 17, Nr. 4, S. 3300–3323
- Mouse-Connectivity-Models (2025). Nadaraya-Watson-Regression, https://mouse-connectivity-models.readthedocs.io/en/latest/_images/sphx_glr_plot_nadaraya_watson_001.png
- Polyas (2025). Gerrymandering, Polyas Wahllexikon, <https://www.polyas.de/wahllexikon/gerrymandering> (29.06.2025)
- Pramanik, N. (2019). Kernel Regression — with example and code, <https://medium.com/datascience/kernel-regression-made-easy-to-understand-86caf2d2b844> (04.06.2025)
- Ratliff, T., Somersille, S., Veomett, E. (2024). Don't Trust a Single Gerrymandering Metric, in: Arxiv
- Roberts, S. (2021). Mathematicians are deploying algorithms to stop gerrymandering, MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/2021/08/12/1031567/mathematicians-algorithms-stop-gerrymandering/> (29.06.2025)
- Schrader, T. (2024). Komposita im Deutschen: Beispiele + Regeln, Scribbr, <https://www.scribbr.de/substantive/komposita/> (29.06.2025)
- ScienceDirect (2025). Pearson Correlation, <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/pearson-correlation> (29.06.2025)
- Siliezar, J. (2022). How to spot a gerrymandered district? Compare it to fair ones, The Harvard Gazette, <https://news.harvard.edu/gazette/story/2022/11/an-algorithm-to-detect-gerrymandering/> (28.06.2025)
- Stolicki, D. (2024). Redistricting and Gerrymandering after the 2020–2021 Census, in: The Crossroads Elections, S. 76–95
- Stolicki, D., Slomczynski, W., Szufa, S. (2024). Nonparametric Detection of Gerrymandering in Multiparty Plurality Elections, in: IJCAI 2024, S. 2967-2975

5. Literaturverzeichnis

- Tech Future (2024). Statistical Learning — The Core Concept Behind the AI, Medium, https://medium.com/@tech_future/statistical-learning-the-core-concept-behind-the-ai-f84eafe58f18 (28.06.2029)
- The Harvard Gazette (2022). Redist, https://news.harvard.edu/wp-content/uploads/2022/10/202210x_redist_ohio_margin.jpg?resize=1024,797
- USA today (2025). Supreme Court defers decision on challenge to Louisiana congressional map, <https://eu.usatoday.com/story/news/politics/2025/06/27/supreme-court-decision-racial-gerrymandering-louisiana/83480597007/> (28.06.2025)
- Wikimedia Commons (2025). Elbridge Gerry, <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Elbridge-gerry-painting.jpg>
- Wikipedia (2025). Kernel Regression, https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_regression (27.06.2025)
- Wikipedia (2025). Louisiana's congressional districts, https://en.wikipedia.org/wiki/Louisiana%27s_congressional_districts (14.07.2025)

