

Neueinteilung der Bundestagswahlkreise mithilfe mathematischer Optimierung*

Szenarien: 250 und 200 Bundestagswahlkreise

Sebastian Goderbauer, Georg Wicke und Marco Lübbecke

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Operations Research
E-Mail: goderbauer@or.rwth-aachen.de, luebbecke@or.rwth-aachen.de



ZUSAMMENFASSUNG. Im Auftrag des Bundeswahlleiters haben wir zwei mögliche Wahlkreiseinteilungen für die Bundestagswahl in 250 bzw. 200 Wahlkreise berechnet. Der Einsatz mathematischer Optimierung sichert dabei Neutralität und Transparenz: Alle harten Kriterien werden strikt eingehalten; Einteilungsgrundsätze aus Recht und Gesetz werden bestmöglich erfüllt. Keine anderen (insb. keine politischen, kulturellen, ökonomischen etc.) Vorgaben oder Einschränkungen flossen ein; keine einzige (gesetzlich mögliche) Einteilung wurde im Vorfeld ausgeschlossen oder favorisiert. In der Optimierung wurde eine objektiv bestmögliche Balancierung der Kriterien „Einhaltung der administrativen Grenzen von kreisfreien Städten und Landkreisen“ sowie „Abweichung der Bevölkerungszahl zwischen den Wahlkreisen“ angestrebt. Datenbasis ist die von uns um einige Geometrien und Bevölkerungsdaten ergänzte Basiskarte des Statistischen Bundesamtes; sie ist damit die umfassendste und aktuellste ihrer Art.

1 Einleitung

Nicht zuletzt ausgelöst durch den größten Deutschen Bundestag aller Zeiten nach der Wahl 2017 wird über eine Reform des Bundeswahlrechts diskutiert. Im Rahmen dessen wird u.a. eine *Abänderung der Anzahl der Bundestagswahlkreise* von aktuell 299 debattiert (Behnke et al., 2017, Pukelsheim, 2018).

In der Praxis ist es üblich, dass bei der im Vorfeld jeder Bundestagswahl stattfindenden Revision der Wahlkreiseinteilung durch Wahlkreiskommission und Gesetzgeber auf die Einteilung der letzten Wahl zurückgegriffen wird. Falls unter Verwendung neuster Bevölkerungszahlen Wahlkreise nicht mehr gesetzeskonform sind, werden manuell und – begründet mit der vom Bundesverfassungsgericht

* Die hier dokumentierten Datenerhebungen und -bereinigungen, Berechnungen und Auswertungen wurden im Juli und August 2018 am Lehrstuhl für Operations Research der RWTH Aachen University im Auftrag des Bundeswahlleiters erstellt.

angewiesenen Wahlkreiskontinuität – möglichst minimalinvasiv Änderungen vorgenommen. Dieses Vorgehen ist bei einer Änderung der Wahlkreisanzahl nicht mehr möglich, da eine vollständige Neueinteilung vorzunehmen ist. Es gibt offensichtlich unüberschaubar viele gesetzeskonforme Möglichkeiten, Wahlkreise abzugrenzen. Nicht zuletzt aus diesem Grund sollte eine neue *Wahlkreiseinteilung unter objektiven Kriterien* durchgeführt werden. Diese Kriterien sind transparent aus den rechtlich vorgegebenen Einteilungsgrundsätzen zu folgern.

Die von uns entwickelten Modelle und Methoden der mathematischen Optimierung ermöglichen die objektive Berechnung von Wahlkreisneueinteilungen. Hierbei werden Muss-Vorgaben eingehalten und die größtmögliche Erfüllung weiterer rechtlicher Einteilungsgrundsätze angestrebt. So kann eine Einteilung in Bundestagswahlkreise gefunden werden, die *robuster gegenüber zukünftigen Bevölkerungsbewegungen* ist und zugleich bestmöglich Verwaltungsgrenzen beachtet um u.a. den *administrativen Aufwand gering zu halten*, der bei Wahldurchführung und Arbeit in den Wahlkreisen besteht.

Im Auftrag des Bundeswahlleiters haben wir mithilfe der von uns entwickelten optimierungsbasierten Software Neueinteilungen der Wahlkreise berechnet. Als Szenarien waren eine Anzahl von 250 bzw. 200 Wahlkreisen vorgegeben. Unsere Arbeit und sämtliche Berechnungen sind frei von politischen, soziokulturellen, -ökonomischen o.ä. Daten und berücksichtigen ausschließlich die angegebenen Vorgaben und Kriterien. Im Folgenden werden insbesondere die Datenbeschaffung und -aufbereitung zu Geographie und Bevölkerung sowie die mathematische Interpretation der rechtlichen Einteilungsgrundsätze dokumentiert.

1.1 Warum Mathematische Optimierung?

Um eine große Zahl voneinander abhängiger Entscheidungen zu modellieren, bedienen wir uns der diskreten und ganzzahligen Optimierung. Diese ermöglicht uns, *sämtliche* (unüberschaubar viele) Konfigurationen gesetzeskonformer Wahlkreiseinteilungen kompakt zu beschreiben („Modell“), Ziele wie möglichst geringe Abweichung zur durchschnittlichen Bevölkerungszahl zu definieren und bezüglich dieser Ziele *beweisbar* bestmögliche Einteilungen zu berechnen. Alle dabei formulierten Bedingungen werden eingehalten, keine anderen Vorgaben oder Einschränkungen berücksichtigt.

Diese Methodik grenzt sich scharf von heuristischen und manuellen Vorgehen ab, bei denen „nur einige wenige plausible Alternativen“ bestimmt und bewertet werden. In der mathematischen Optimierung wird von vornherein keine einzige denkbare Konfiguration ausgeschlossen. Sie bietet daher eine nur auf nachprüfbareren Fakten beruhende (bestmögliche) Entscheidungsgrundlage.

Einmal mit den umfassenden Möglichkeiten dieser Methodik vertraut, kann man offenere Fragen stellen. Als Beispiel sei genannt, dass hier die recht willkürlich gewählten „runden“ Wahlkreisanzahlen von 200 und 250 untersucht werden. Statt dessen könnte man etwa fragen, welche Wahlkreisanzahl bestmöglich auf die (Bevölkerungs-)Struktur Deutschlands und insbesondere dessen Bundesländer passt, um beispielsweise größtmögliche Wahlkreiskontinuität für zukünftige Wahlen zu garantieren.

Operations Research (OR) bezeichnet die auf mathematischen Modellen und Algorithmen beruhende Unterstützung von Planungen und Entscheidungen. Der *Lehrstuhl für Operations Research* an der RWTH Aachen besteht seit 2010. Das Aachener OR vereint Grundlagenforschung mit der Anwendung von modernster mathematischer Optimierung in praktischen Fragestellungen in u.a. Produktion, Logistik, Mobilität, Gesundheitswesen, Bildung, Energie und Sport.

Seit 2013 befassen wir uns intensiv mit der *Einteilung von Wahlkreisen mit mathematischer Optimierung*. Die im Springer-Verlag veröffentlichte Masterarbeit von Goderbauer (2016) fasst die erarbeitete Ausgangslage zusammen. Eine Finanzierung der VolkswagenStiftung ermöglichte 2016/17 die weitere wissenschaftliche Arbeit. Goderbauer und Lübbecke (2018) arbeiten an einer Publikation zu der auch hier verwendeten Software zur Unterstützung bei der Wahlkreiseinteilung. Einen Literaturüberblick zum *Political Districting Problem*, insbesondere aus dem Blickwinkel der deutschen Einteilungsgrundsätze, tragen Goderbauer und Winandy (2017) bei.

2 Rechtsgrundlagen und mathematische Formalisierung

2.1 Rechtliche Vorgaben an eine Wahlkreiseinteilung

Das Bundeswahlgesetz sowie Entscheidungen des Bundesverfassungsgerichts bilden die Rechtsgrundlage für Bundestagswahlkreise. Folgende Vorgaben und Grundsätze sind zu beachten:

- (1) *Grenzen der Bundesländer strikt einhalten* (§3 Abs. 1 Nr. 1–2 BWG)
Zuteilung der WK auf Bundesländer mit Divisormethode mit Standardrundung
- (2) *Deutsche Bevölkerungszahl eines Wahlkreises* (§3 Abs. 1 Satz 2 BWG)
Abweichung von durchschnittlicher Bevölkerungszahl der WK:
 - Toleranzgrenze (soll) $\pm 15\%$, Höchstgrenze (muss) $\pm 25\%$ (§3 Abs. 1 Nr. 3 BWG)
 - Wahlgleichheit \Rightarrow möglichst gleiche Bev.zahl der WK (Art. 38 Abs. 1 Satz 1 GG)
zusätzlich im Blick: Anzahl Wahlberechtigte und Bev.entwicklung (BVerfG 130, 212)
- (3) *Zusammenhang eines jeden Wahlkreisgebietes* (§3 Abs. 1 Nr. 4 BWG)
- (4) *Administrative Grenzen möglichst einhalten*
Gemeinden, Kreise und kreisfreie Städte (§3 Abs. 1 Nr. 5 BWG)
- (5) *Kontinuität der räumlichen Gestalt der WK* (BVerfG 95, 335 und 130, 212)

Der Grundsatz *Kontinuität* (5) fällt hier weg, da komplette Neueinteilungen durchzuführen sind und vorherige Wahlkreise dabei keine Rolle spielen sollen.

Die Praxis zeigt folgende Zusätze, die wir umgesetzt haben: *Regierungsbezirke* sind möglichst strikt einzuhalten. In den Szenarien 250 sowie 200 WK ist dies in allen bis auf einen Fall in Hessen möglich (vgl. Anhang A.3.1). *Gemeindeverbände* werden in der Praxis nahezu nie auf mehrere Wahlkreise aufgeteilt. Unsere berechneten Einteilungen erfüllen dies uneingeschränkt. Eine *Gemeinde* wird nur auf mehrere Wahlkreise aufgeteilt, wenn nötig, d.h. sie eine „bevölkerungsreiche“ Stadt ist. Solche Gemeinden sind kreisfreie Städte (Ausnahme Hannover, vgl. Fußnote 8 im Anhang), deren Grenzen laut Grundsatz (4) nach Möglichkeit einzuhalten sind.

2.2 Mathematische Modellierung: Bedingungen und Bewertungen

Die mathematische Formalisierung unterscheidet klar zwischen strikt einzuhaltenden Bedingungen sowie Bewertungskriterien. Zusammen ergeben diese das (hier nicht ausgeführte) *Modell* und somit die Grundlage unserer Arbeit.

- (i) *Bedingungen, die jeder Wahlkreis ausnahmslos zu erfüllen hat*
 - 25%-Höchstgrenze der Bevölkerungsabweichung einhalten
 - zusammenhängendes Gebiet bilden
 - Bundesländer- und (ggf.) Regierungsbezirksgrenzen nicht überschreiten
 - Gemeindeverbände und „kleine“ Gemeinden zusammen halten
- (ii) *Bewertungskriterien, um Wahlkreise bzgl. der Einteilungsziele zu beurteilen*
 - Beachtung der Grenzen der Kreise und kreisfreien Städte
 - Abweichung der dt. Wahlkreisbevölkerung vom Durchschnitt

Das Büro des Bundeswahlleiters gab vor, dass für unsere Arbeit *beide Einteilungsziele als gleich wichtig* anzusehen seien. Die Messfunktionen zur numerischen Bewertung von Wahlkreisen bezüglich der beiden Kriterien und somit die Zielfunktion des Optimierungsmodells sind im Anhang A.2 ausgeführt.



Abb. 1. Startbildschirm der von uns entwickelten Software nach Import einer Wahlkreiseinteilung Deutschlands. Interaktive Kartendarstellung mit ein- und ausschaltbaren Grenzverläufen und Gebietsnamen. Einfärbung der Wahlkreise abhängig von dessen Bevölkerungsabweichung (vgl. Legende in Abb. 2).

3 Unsere optimierungsbasierte Software: Entscheidungsunterstützung bei der Einteilung von Wahlkreisen

Um die entwickelten Methoden leicht benutzen zu können und (berechnete) Wahlkreiskarten anzuzeigen sowie bezüglich der Vorgaben analysieren zu können, haben wir ein spezielles Software-Tool entwickelt (s. Abb. 1). Neben der Visualisierung ist es auch möglich, per Mausklick Gebiete umzusetzen und die Auswirkungen auf die Einteilungsziele unmittelbar zu erfahren.

Es können Algorithmen angestoßen werden, um optimierungsbasierte Änderungsvorschläge zu erhalten (s. Abb. 2). Für die Optimierung sowie numerische Bewertung von Einteilungen kann angegeben werden, für wie wichtig die einzelnen Einteilungsziele relativ zueinander anzusehen sind. Auch berechnete Einteilungen können per Hand modifiziert oder Vorschläge rückgängig gemacht werden. Somit behalten Nutzende weiterhin die Hoheit über alle Entscheidungen – für diese wird als Angebot objektive Unterstützung bereitgestellt.

Die Software kann auch eingesetzt werden, um Wahlkreise auf anderen Ebenen einzuteilen, z.B. für Landtagswahlen oder Kommunalwahlen.



Abb. 2. Optimierung der Wahlkreise in Brandenburg für Bundestagswahl 2017, ausgehend von der 2013er Einteilung. Der Nutzende wählte gleiche Gewichtung der Einteilungsziele Kontinuität, Bevölkerungsabweichung und administrative Konformität.

Literaturverzeichnis

- J. Behnke, F. Decker, F. Grotz, R. Vehrkamp, und P. Weinmann. *Reform des Bundestagswahlsystems: Bewertungskriterien und Reformoptionen*. Verlag Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, 2017.
- S. Goderbauer. *Mathematische Optimierung der Wahlkreiseinteilung für die Deutsche Bundestagswahl*. Springer Nature, 2016.
- S. Goderbauer und M. Lübbecke. Geovisual Decision Support for Optimal Political Districting. *Working Paper*, 2018.
- S. Goderbauer und J. Winandy. Political Districting Problem: Literature Review and Discussion with regard to Federal Elections in Germany. repORt 2017–042, Lehrstuhl für Operations Research, RWTH Aachen University, 2017. *In Revision*.
- F. Pukelsheim. 598 Sitze im Bundestag statt 709? 200 Wahlkreise statt 299! *Deutsches Verwaltungsblatt*, 3, 2018.

A.1 Auswertung der berechneten Wahlkreiseinteilungen

Bevor wir die von uns optimierungsbasierten Berechnungen anhand der beiden Einteilungsziele auswerten, tun wir dies zur Einordnung für die aktuell geltende Einteilung in 299 Bundestagswahlkreisen; siehe dazu Abbildung 3.

Jeder Punkt im Streudiagramm gibt für einen Wahlkreis dessen betragliche Bevölkerungsabweichung sowie Konformität mit Kreisen und kreisfreien Städten an. Zweiteres, die administrative Konformität eines Wahlkreises, wird wie in Abschnitt A.2.2 angegeben gemessen. Zusätzlich zu dem Streudiagramm wird die Verteilung der Zielausprägungen in zwei Histogrammen ausgewertet.

In Abbildung 4 sind die analogen Diagramme für die berechneten Wahlkreiseinteilungen dargestellt. Man sieht deutlich, dass kleinere Bevölkerungsabweichungen vorherrschen. 168 von 200 bzw. 230 von 250 Wahlkreisen weichen weniger als 10% von der durchschnittlichen Wahlkreisbevölkerungszahl ab. Die vier Wahlkreise über 20% Bevölkerungsabweichung im Szenario 200 WK sind der Verteilung der Wahlkreise auf die Bundesländer geschuldet (vgl. Tabelle 8). Dadurch ist es im Saarland und Bremen nicht möglich, Wahlkreise mit durchschnittlich besseren Abweichungswerten als 21,7% und 23% einzuteilen. Insgesamt werden die administrativen Grenzen in den Szenarien 250 und 200 WK vergleichbar gut wie in der aktuellen Einteilung eingehalten. Wobei anteilig weniger Wahlkreise volle Konformität mit Kreisen und kreisfreien Städten besitzen.

Die Flexibilität der angewandten Optimierungsmethoden ermöglicht es, falls gewünscht, die Gewichtung der konkurrierenden Einteilungsziele zugunsten der Einhaltung von administrativen Grenzen zu verschieben und auf dieser Basis weitere Berechnungen durchzuführen. Diese Präferenzen können vom Entscheidenden dem Optimierungsmodell vorgegeben werden (vgl. Abschnitt 3).

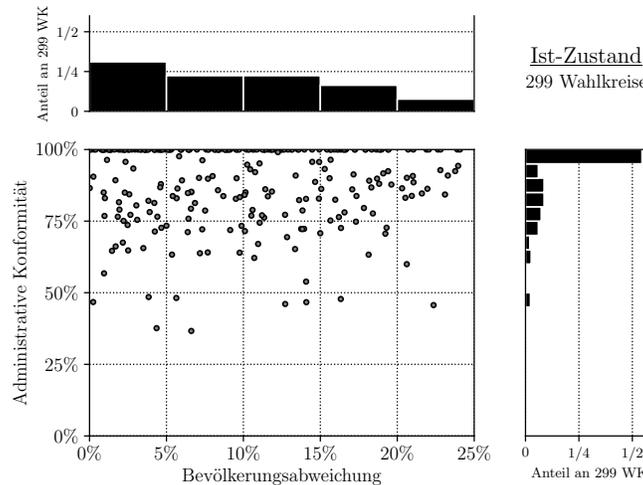


Abb. 3. Auswertung der aktuell geltenden Einteilung in 299 Bundestagswahlkreise.

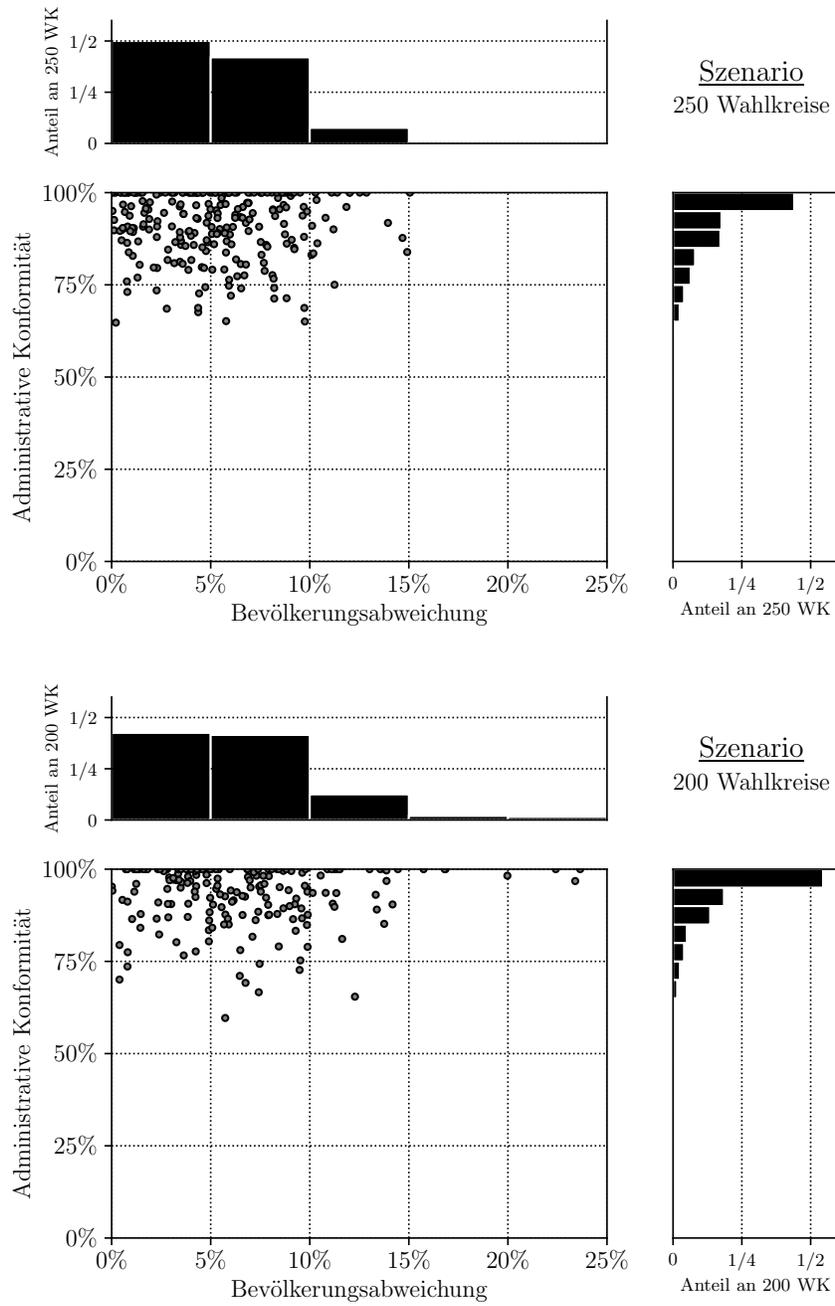


Abb. 4. Auswertung der berechneten Einteilungen in 250 (oben) bzw. 200 WK (unten).

A.1.1 Beispiel zur Variation der Zielfunktionsgewichte

Durch eine Verschiebung der Präferenzen zwischen den Einteilungszielen wird die Zielfunktion des Optimierungsproblems modifiziert. Dementsprechend ändert sich die numerische Bewertung der Einteilungen, ggf. auch optimale Lösungen.

Als Beispiel sei hier Schleswig-Holstein im Szenario 200 WK betrachtet: Die von uns in der Studie berechnete Einteilung hält die Grenzen der Kreise und kreisfreien Städte überdurchschnittlich gut ein und hat geringe Bevölkerungsabweichungen (fünf WK $< 7\%$, restlichen zwei WK $< 11\%$).

Verschiebt man nun die Zielgewichtung vollständig zugunsten der administrativen Konformität, erhalten wir die Einteilung in Abb. 5 als Optimum. Kein Kreis, keine kreisfreie Stadt ist auf mehrere Wahlkreise aufgeteilt; perfekte admin. Konformität. Der „Preis“ sind höhere Bev.abweichungen. Der hellblaue WK weicht um 23% nach unten, der hellrote um 15% nach oben ab, andere WK bleiben unter 13%, drei sogar unter 5,5%. Entscheidungstragende haben abzuwägen, welcher Trade-off zwischen den Einteilungszielen gilt und die Optimierung zu berücksichtigen hat.



Abb. 5. Perfekte admin. Konformität (Legende in Abb. 2).

A.1.2 Optimalität und Lösungsgüte

Eine Lösung eines Optimierungsproblems heißt *optimal*, wenn bezüglich der Zielfunktion *keine* echt bessere Lösung existiert. Verfahren der mathematischen Optimierung sind in der Lage solche unverbesserbaren Lösungen zu finden.

Der Beweis der Optimalität geht unter einer zu maximierenden Zielfunktion prinzipiell wie folgt: im Verlauf des Verfahrens kennen wir sowohl den Zielfunktionswert L der besten bekannten Lösung als auch eine *obere Schranke* U auf das Optimum. D.h. es ist im Verfahren mathematisch garantiert, dass der optimale Zielfunktionswert im Intervall $[L, U]$ liegt. Im Laufe des Verfahrens werden immer bessere Lösungen gefunden (L wächst) und die obere Schranke wird verbessert (U fällt). Sobald $L = U$, bricht das Verfahren mit Optimalitätsbeweis ab. Muss, z.B. aus Zeitgründen wie im vorliegenden Fall, das Verfahren vorher abgebrochen werden, lässt sich mit Hilfe der oberen Schranke die Güte der bisher gefundenen Lösung (in Prozent) garantieren. Dies ist allerdings eine pessimistische Schätzung. Garantieren wir etwa eine Güte von 10% für eine berechnete Lösung, so heißt dies, dass sicher keine weitere Verbesserung um mehr als 10% möglich ist; die gefundene Lösung kann aber bereits optimal sein und lediglich der Wert der oberen Schranke im Verfahren noch nicht genügend abgesenkt worden sein.

Die in der vorliegenden Arbeit angewendeten Lösungsmethoden für gemischt-ganzzahlige lineare Programme sowie darauf basierende lokale Suchen lieferten uns in jeweils wenigen Minuten überwiegend Lösungsgüten von 5% oder geringer. Für wenige Bundesländer/Regierungsbezirke konnten wir Optimalität nachweisen. In zeitlich länger angelegten Rechenstudien wären sicherlich mehr Optimalitätsbeweise möglich. In unserer Forschung arbeiten wir daran, die obere Schranke für diese Art von Problemen schneller senken zu können.

A.2 Bewertungsfunktionen der Einteilungsziele

Um Wahlkreise und schließlich Einteilungen anhand der Zielkriterien bewerten und vergleichen zu können, sind Bewertungsfunktionen der Ziele definiert worden. Dabei wird die Ausprägung eines Einteilungsziels (vgl. Abschnitt 2.2) für einen Wahlkreis in Form einer reellen Zahl zwischen 0 (*Ziel ungenügend bzw. gar nicht ausgeprägt*) und 1 (*Ziel vollends ausgeprägt*) angegeben. Anhand der im Vorfeld vorgegebenen Gewichtung der Ziele (hier: beide Ziele gleichgewichtig) berechnet sich die Bewertung eines Wahlkreises aus der gewichteten Summe der Zielbewertungen dieses Wahlkreises. Schließlich ist die Bewertung einer ganzen Wahlkreiseinteilung definiert als die Summe der Bewertungen der in der Einteilung enthaltenen Wahlkreise.

Das Optimierungsziel besteht somit darin, eine zulässige Wahlkreiseinteilung mit maximaler Bewertung zu berechnen.

A.2.1 Bevölkerungsabweichung

Die in Abbildung 6 dargestellte stückweise lineare Funktion rechnet betragsmäßige Bevölkerungsabweichung eines Wahlkreises in eine Bewertung um. Dadurch werden kleine Abweichungen ähnlich gut bewertet und höhere Abweichungen überproportional stark bestraft.

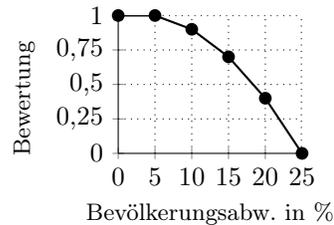


Abb. 6. Stückweise lineare Funktion.

A.2.2 Grenzen der Kreise und kreisfreien Städte einhalten

Ein Wahlkreis erfüllt das Einteilungsziel der administrativen Konformität vollends (d.h. Bewertung 1), wenn

- der Wahlkreis aus *genau einem oder mehreren* Kreisen und/oder kreisfreien Städten gebildet wird

oder

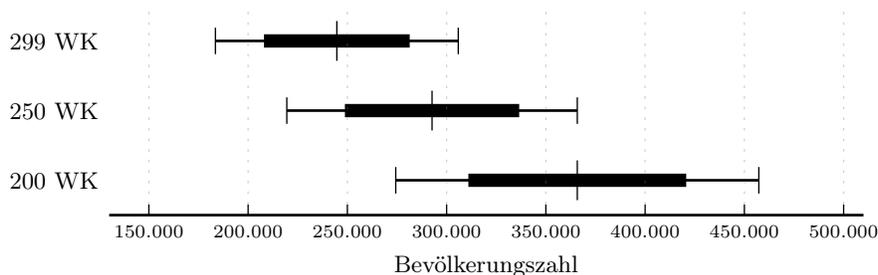
- der Wahlkreis *vollständig* in *einem* Kreis oder *einer* kreisfreien Stadt liegt und dieser Kreis bzw. kreisfreie Stadt *unvermeidbar* in mehr als einen Wahlkreis aufgeteilt werden muss, d.h. mehr als das 1,25-fache der durchschnittlichen Wahlkreisbevölkerung besitzt.

In den restlichen Fällen ist die Bewertung definiert als der Längenanteil der Wahlkreisaußengrenze, die auch Grenze von Kreisen und/oder kreisfreien Städten ist. D.h. in der Optimierung wird die Länge der Wahlkreisgrenze, die keine Grenze von Kreis/kreisfreier Stadt ist, minimiert. Dadurch wird ermöglicht, dass auf Grundlage der Kreise und kreisfreien Städte kompakte Wahlkreisgebiete berechnet werden.

A.3 Von 299 auf 250 bzw. 200 Wahlkreise

Aus Wahlkreisanzahl und deutscher Gesamtbevölkerung (73.165.489, Stichtag 30.09.2017) berechnen sich die gesetzlich vorgegebene 15%-Toleranz- und 25%-Höchstgrenze der Bevölkerungsabweichung der Wahlkreise (s. Tab./Abb. 7).

	Abweichung von durchschnittlicher Bevölkerungszahl der WK				
	nach unten			nach oben	
	< -25%	< -15%	≈ 0%	> +15%	> +25%
299 WK	< 183.526	< 207.996	244.701	> 281.405	> 305.875
250 WK	< 219.497	< 248.763	292.662	> 336.561	> 365.827
200 WK	< 274.371	< 310.954	365.827	> 420.701	> 457.284



Tabelle/Abb. 7. Zulässige Bevölkerungszahlen der WK bei Gesamtbevölkerung von 73.165.489 (30.09.2017). Der in der Abbildung dicker dargestellte Abschnitt stellt jeweils das $\pm 15\%$ -Abweichungsintervall um die durchschnittliche Bevölkerungszahl dar.

A.3.1 Verteilung der Wahlkreise auf die Bundesländer

§3 Abs. 1 Nr. 2 BWG regelt die Verteilung der Wahlkreise auf die Bundesländer mithilfe der Divisormethode mit Standardrundung.¹ Im Falle eines Bundeslandes mit Regierungsbezirken haben wir in einer weiteren Anwendung der Divisormethode die Wahlkreise auf die Regierungsbezirke verteilt (s. Tab. 8).

Durch diese Zuteilung entsteht pro Bundesland bzw. Regierungsbezirk eine spezifische durchschnittliche Wahlkreisbevölkerung, die von der gesamtdeutschen durchschnittlichen Wahlkreisbevölkerung abweicht (s. Spalte \emptyset Abw in Tab. 8). Diese Abweichungen sind der nötigen Rundung bei der ganzzahligen Verteilung der Wahlkreise geschuldet. Es ist möglich, dass diese Abweichungen die 15%-oder gar 25%-Grenze reißen. Im Falle von RB Gießen im Szenario 200 WK ist eine zulässige Einteilung von den 2 zugewiesenen Wahlkreisen *nicht* möglich.² Somit werden in dem Szenario RB Gießen und RB Kassel gemeinsam betrachtet.

¹ Bei sämtlicher Anwendung der Divisormethode haben wir die Software BAZI (Version 2014.11, www.uni-augsburg.de/bazi) von F. Pukelsheim genutzt.

² Man beachte: Bei Wahl von 200 WK könnten leichte Bevölkerungsbewegungen dazu führen, dass sogar in Bundesländern Saarland oder Bremen keine zulässige Einteilung möglich ist. Vgl. dazu (Goderbauer, 2016, Kapitel 7).

Tabelle 8. Wahlkreisansprüche (WKA) der Bundesländer und deren Regierungsbezirke sowie dadurch entstehende durchschnittliche Abweichung (\emptyset Abw) von gesamtdeutscher durchschnittlicher Wahlkreisbevölkerung für Wahlkreisanzahlen 299, 250 und 200.

Bundesland / RB	DtBev	Szenario					
		299 WK		250 WK		200 WK	
		WKA	\emptyset Abw	WKA	\emptyset Abw	WKA	\emptyset Abw
Schleswig-Holstein	2.668.573	11	-0,9%	9	1,3%	7	4,2%
Meckl.-Vorpommern	1.543.746	6	5,1%	5	5,5%	4	5,5%
Hamburg	1.534.643	6	4,5%	5	4,9%	4	4,9%
Niedersachsen	7.256.379	30	-1,2%	25	-0,8%	20	-0,8%
Bremen	563.147	2	15,1%	2	-3,8%	2	-23,0%
Brandenburg	2.394.787	10	-2,1%	8	2,3%	7	-6,5%
Sachsen-Anhalt	2.122.767	9	-3,6%	7	3,6%	6	-3,3%
Berlin	2.974.717	12	1,3%	10	1,6%	8	1,6%
Nordrhein-Westfalen	15.627.774	64	-0,2%	54	-1,1%	43	-0,7%
RB Düsseldorf	4.424.694	18	0,5%	16	-5,5%	12	0,8%
RB Köln	3.852.775	16	-1,6%	13	1,3%	11	-4,3%
RB Münster	2.349.929	10	-4,0%	8	0,4%	6	7,1%
RB Detmold	1.854.532	7	8,3%	6	5,6%	5	1,4%
RB Arnsberg	3.145.844	13	-1,1%	11	-2,3%	9	-4,5%
Sachsen	3.898.328	16	-0,4%	13	2,5%	11	-3,1%
Hessen	5.267.135	22	-2,2%	18	0,0%	14	2,8%
RB Darmstadt	3.225.903	13	1,4%	11	0,2%	9	-2,0%
RB Gießen	933.875	4	-4,6%	3	6,4%	2	27,6%
RB Kassel	1.107.357	5	-9,5%	4	-5,4%	3	0,9%
RB Gießen & Kassel	2.041.232	–	–	–	–	5	11,6%
Thüringen	2.056.954	8	5,1%	7	0,4%	6	-6,3%
Rheinland-Pfalz	3.645.395	15	-0,7%	13	-4,2%	10	-0,4%
Bayern	11.358.690	46	0,9%	39	-0,5%	31	0,2%
RB Oberbayern	3.867.666	16	-1,2%	13	1,7%	11	-3,9%
RB Niederbayern	1.112.718	4	13,7%	4	-4,9%	3	1,4%
RB Oberpfalz	1.014.600	4	3,7%	4	-13,3%	3	-7,6%
RB Oberfranken	992.187	4	1,4%	3	13,0%	3	-9,6%
RB Mittelfranken	1.521.839	6	3,7%	5	4,0%	4	4,0%
RB Unterfranken	1.204.659	5	-1,5%	4	2,9%	3	9,8%
RB Schwaben	1.645.021	7	-4,0%	6	-6,3%	4	12,4%
Baden-Württemberg	9.362.146	38	0,7%	32	0,0%	25	2,4%
RB Stuttgart	3.436.715	14	0,3%	12	-2,1%	9	4,4%
RB Karlsruhe	2.362.123	10	-3,5%	8	0,9%	7	-7,8%
RB Freiburg	1.953.568	8	-0,2%	7	-4,6%	5	6,8%
RB Tübingen	1.609.740	6	9,6%	5	10,0%	4	10,0%
Saarland	890.308	4	-9,0%	3	1,4%	2	21,7%
Deutschland	73.165.489	299		250		200	

A.4 Daten: Geometrie und Bevölkerung

Um Wahlkreise automatisiert mit mathematischen Methoden einteilen zu können, werden Bevölkerungsdaten und detaillierte Informationen zu Grenzverläufen, d.h. der Geometrie des Wahlgebiets benötigt. Beispielsweise bestimmen wir anhand von Grenzverläufen automatisiert die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Gemeinden. Diese Informationen werden benötigt um den Zusammenhang der Wahlkreisgebiete sicherzustellen. Daten der Grenzverläufe verschiedener administrativer Ebenen werden außerdem benötigt, um die Zielfunktion „administrative Grenzen einhalten“ umzusetzen (vgl. Abschnitt A.2.2).

Die in dieser Arbeit verwendeten Daten basieren hauptsächlich auf der vom Bundeswahlleiter zur Verfügung gestellten Basiskarte zum Stichtag 30.09.2017.³ Die im Dateiformat Shapefile vorliegende Basiskarte enthält neben Geometrien auch Daten der Deutschen Bevölkerung zum angegebenen Stichtag.

Die Basiskarte ist jedoch im Falle von bevölkerungsreichen Städte, die bei der Wahlkreiseinteilung auf mehr als einen Wahlkreis aufgeteilt werden müssen, *nicht* nutzbar. Diese bevölkerungsreichen Städte sind in der Basiskarte nicht detailliert auf der Ebene von Stadtteilen und/oder -bezirken angegeben. Wir haben daher die Basiskarte des Bundeswahlleiters um Geometrien und Bevölkerungsdaten von Stadtbezirken, -teilen o.ä. der 17 bevölkerungsreichsten deutschen Städte ergänzt. Diese 17 Städte nennen wir im folgenden große Städte. Die dabei verwendeten Daten erhielten wir auf Anfrage zumeist bei den Städten bzw. Landeswahlleitungen (s. Tabellen 11 und 12).

A.4.1 Große Städte und von uns verwendete Verwaltungsebenen

Die in Tabellen 9 und 10 angegebenen Städte sind diejenigen, um dessen Verwaltungsebenen unterhalb der Gemeindeebene wir die Basiskarte des Bundeswahlleiters ergänzt haben. Es sind die 17 bevölkerungsreichsten Städte Deutschlands. Die kleinste dabei betrachtete Stadt ist Wuppertal. Diese hat in den beiden Szenarien 250 und 200 WK aufgrund ihrer Bevölkerungszahl Anspruch auf knapp weniger als einen Wahlkreis. Wir haben festgelegt, dass dies das Kriterium sein sollte, keine weiteren Städte in der Basiskarte mit Gebieten unterhalb der Gemeindeebene einzupflegen. Unsere Berechnungsergebnisse bei den Wahlkreiseinteilungen zeigten nachträglich, dass diese Wahl passend war.

Das Einteilungsziel bzgl. der administrativen Grenzen gibt vor, Grenzen der Kreise und kreisfreien Städte möglichst einzuhalten. In den Bundesländern Berlin, Hamburg und Bremen gibt es diese Ebene nicht. Die in Tabelle 9 für die Stadtstaaten jeweils angegebene 1. Verwaltungsebene (VWE) sehen wir als diejenige Verwaltungsebene an, dessen Grenzen wir in den Stadtstaaten anstreben einzuhalten.

³ Basiskarte zum Stichtag 30.09.2017 von Bundeswahlleiter, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2018; Grundlage des Shapefiles der Basiskarte ist das Produkt VG 250 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) vom 01.01.2016.

Tabelle 9. Unterteilte Städte in den Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen.

Rg. ⁴	Stadt	DtBev	1. VWE		2. VWE	
			#	Bezeichnung	#	Bezeichnung
1.	Berlin	2.974.717	12	Bezirke	78	Abgeordnetenhauswahlkreise ⁵
2.	Hamburg	1.534.643	7	Bezirke	104	Stadtteile
12.	Bremen ⁶	469.087	5	Stadtbezirke	19 + 4	Stadt- + Ortsteile ⁷

Tabelle 10. Unterteilte Städte in den Flächenländern.

Rg.	Stadt	BL	DtBev	WKA unger. bei		1. VWE	
				250 WK	200 WK	#	Bezeichnung
3.	München	BY	1.087.642	3,72	2,97	25	Stadtbezirke
4.	Köln	NW	871.136	2,98	2,38	9	Stadtbezirke
5.	Frankfurt aM	HE	530.296	1,81	1,45	16	Ortsbezirke
6.	Leipzig	SN	527.270	1,80	1,44	10	Stadtbezirke
7.	Dresden	SN	511.939	1,75	1,40	10	Ortsämter mit zugeordneten Ortschaften
8.	Düsseldorf	NW	495.324	1,69	1,35	10	Stadtbezirke
9.	Essen	NW	494.207	1,69	1,35	9	Stadtbezirke
10.	Dortmund	NW	486.844	1,66	1,33	12	Stadtbezirke
11.	Stuttgart	BW	476.146	1,63	1,30	23	Stadtbezirke
13.	Hannover ⁸	NI	443.500	1,52	1,21	13	Stadtbezirke
14.	Nürnberg	BY	402.853	1,38	1,10	10	stat. Stadtteile ⁹
15.	Duisburg	NW	398.044	1,36	1,09	7	Stadtbezirke
16.	Bochum	NW	320.852	1,10	0,88	6	Stadtbezirke
17.	Wuppertal	NW	287.618	0,98	0,79	10	Stadtbezirke

⁴ Rang in der Liste deutscher Gemeinden/Städte absteigend sortiert nach DtBev.

⁵ Das Büro des Bundeswahlleiters teilte uns von der Landeswahlleitung Berlins mit, dass in der Praxis für die Einteilung von Bundestagswahlkreisen in Berlin die Wahlkreise für die Wahl zum Abgeordnetenhaus als Basis herangezogen werden.

⁶ Bundesland Bremen besteht aus den beiden kreisfreien Städten Bremen und Bremerhaven. Bremerhaven ist eine vergleichsweise kleine Stadt (94.060 DtBev) und ist innerhalb des Bundeslandes Bremen lediglich mit einem Gebiet des Stadtteils Häfen benachbart (Vgl. Link in Fußnote 7). Bremerhaven ist somit in den für unsere Arbeit verwendeten Daten nicht zu unterteilen.

⁷ In der 2. VWE von Bremen existieren 4 Ortsteile, die keinen Stadtteilen zugeordnet sind. In einer 3. VWE sind die 19 Stadtteile wiederum in Ortsteile partitioniert, vgl. https://www.statistik.bremen.de/sixcms/media.php/13/RegionaleGliederung_20130419.pdf, Zugriff 18.07.2018.

⁸ Hannover ist die einzige große Stadt, die keine kreisfreie Stadt ist. Sie gehört Kreis Region Hannover an. Um Stadtbezirke Hannovers trotzdem möglichst zusammenzuhalten, haben wir für die Berechnungen Hannover als kreisfreie Stadt angesehen.

⁹ Die 1. VWE von Nürnberg besteht aus 10 statistischen Stadtteilen.

Die Tabellen 11 und 12 dokumentieren die Quellen und ggf. Lizenzen der verwendeten Daten. Falls Städte uns keine passenden Geometriedaten liefern konnten oder nur unter einer Lizenz, die eine Weitergabe und Veröffentlichung unsererseits einschränkte, haben wir auf Geometriedaten von OpenStreetMap (www.openstreetmap.org) zurückgegriffen.

Die Stadtaußengrenzen sämtlicher Stadtteilgeometriedaten stimmen nur selten exakt mit den Außengrenzen der Stadt in der Basiskarte überein. Bei Einpflegung der detaillierten Stadtgeometriedaten in die Basiskarte haben wir mit Sorgfalt auftretende Überlappungen und entstandene Gebietslöcher gelöst.

Tabelle 11. Quellenangaben der verwendeten Daten großer Städte.

Stadt	Quelle und ggf. Lizenz
Berlin	Geo: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2018, CC-BY-3.0-Namensnennung Lizenz (creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/) Bev: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg
Hamburg	Geo: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2018 Bev: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein
Bremen	Geo: OpenStreetMap contributors, openstreetmap.org/copyright , 10.06.2015 Bev: Statistisches Landesamt Bremen
München	Geo: GeodatenService, München Bev: Statistisches Amt München
Köln	Geo: Offene Daten Köln, Creative Commons Namensnennung 3.0 DE (creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/), Stand 07.03.2018 Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW
Frankfurt am Main	Open Data Portal Offene Daten Frankfurt, Stadt Frankfurt am Main, Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Stand 16. Oktober 2015 Bev: Bürgeramt, Statistik und Wahlen, Stadt Frankfurt am Main
Leipzig	Geo: Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen, 2018, Stand: 15.12.2017, Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) Bev: Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen, 2018
Dresden	Geo: OpenStreetMap contributors, openstreetmap.org/copyright , 09.01.2016 Bev: Kommunale Statistikstelle, Dresden
Düsseldorf	Geo: Vermessungs- und Katasteramt, Düsseldorf Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW

Tabelle 12. (Forts. Tab. 11) Quellenangaben der verwendeten Daten großer Städte.

Stadt	Quelle und ggf. Lizenz
Essen	Geo: OpenStreetMap contributors, openstreetmap.org/copyright , 09.01.2016 Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW
Dortmund	Geo: Vermessungs- und Katasteramt, Dortmund Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW
Stuttgart, Geo & Bev:	Abteilung Bevölkerung und Wahlen, Statistisches Amt, Stuttgart
Hannover	Geo: Fachbereich Planen und Stadtentwicklung, Hannover Bev: Sachgebiet Wahlen und Statistik, Hannover
Nürnberg, Geo & Bev:	Amt für Stadtforschung und Statistik für Nürnberg und Fürth, 2018 (Bem.: Es gilt der mit der Stadt Nürnberg vereinbarte Vertrag über die Verwendung von Daten. Stadt Nürnberg (Statistikinfo@stadt.nuernberg.de) muss über Veröffentlichungen der Daten informiert werden.)
Duisburg	Geo: Amt für Baurecht und Bauberatung, Duisburg Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW
Bochum	Geo: OpenStreetMap contributors, openstreetmap.org/copyright , 23.01.2016 Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW
Wuppertal	Geo: Offene Daten Wuppertal, Stadt Wuppertal, CC-BY-4.0, offenedaten-wuppertal.de , 04.07.2018 Bev: Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW

A.4.2 Melderegisterzahlen an amtliche Bevölkerungszahl anpassen

Den Statistischen Ämtern des Bundes und der Länder liegen Daten der Bevölkerungsfortschreibung auf Grundlage des Zensus 2011 bis zur Verwaltungsebene der Gemeinden in Deutschland vor – jedoch nicht unterhalb der Gemeindeebene. Diese Bevölkerungszahlen werden die *amtlichen Bevölkerungszahlen* genannt. Um in bevölkerungsreicheren Städten und insbesondere in den Bundesländern Berlin, Hamburg und Bremen Wahlkreise einteilen zu können, werden Bevölkerungsdaten unterhalb der Gemeindeebene benötigt.

Grundsätzlich weichen die Bevölkerungszahlen der amtlichen Statistik und die der *Melderegister der Städte* voneinander ab (vgl. Tabelle 13).¹⁰ Um diesen

¹⁰ Im Falle der Städte von NRW lieferte uns des Referat Wahlen, Geschäftsbereich Statistik, IT.NRW Bevölkerungsdaten unterhalb der Gemeindeebene zum gewünschten Stichtag, die in der Summe schon der amtlichen Bevölkerungszahl entsprechen. D.h. für diese Städte haben wir keine Umrechnung mehr vorzunehmen, haben jedoch auch keinen Einblick wie diese vollzogen wurde.

Umstand zu bereinigen, ist es in der Praxis üblich, dass die Zahlen der Melderegister der Städte genutzt werden, um die amtliche Bevölkerungszahl der Stadt anteilig auf die Stadtuntergebiete zu verteilen. Nach unserem Wissen ist nicht vorgeschrieben, wie dies zu tun ist. Im Folgenden legen wir dar, nach welchem Vorgehen wir dies für unsere Arbeit gemacht haben.

Tabelle 13. Abweichungen zwischen Melderegister der Stadt und amtlicher Statistik.

Stadt	DtBev 30.09.2017		
	amtlich	Melderegister ¹¹	Abweichung
Berlin	2.974.717	2.999.707	0,84%
Hamburg	1.534.643	1.558.625	1,56%
München	1.087.642	1.108.889	1,95%
Frankfurt am Main	530.296	522.041	−1,56%
Leipzig	527.270	531.528	0,81%
Dresden	511.939	514.997	0,60%
Stuttgart	476.146	455.560	−4,32%
Bremen	469.087	465.064	−0,86%
Hannover	443.500	443.536	0,01%
Nürnberg	402.853	410.829	1,98%

Vorgehen um Melderegisterzahlen an amtliche Statistik anzupassen

1) Melderegisterdaten mit Stichtag 30.09.2017.

Einzelne Städte verfügen nicht über Melderegisterdaten zum Stichtag 30.09.2017, sondern nur über welche zu den Stichtagen 30.06.2017 und 31.12.2017. Wenn dies der Fall ist, bilden wir pro Stadtuntergebiet das arithmetische Mittel der Bevölkerungszahlen der beiden vorliegenden Stichtage und verwenden dieses Mittel als Bevölkerungszahl zum Stichtag 30.09.2017. Möglicherweise ist dieser Wert nicht ganzzahlig; dies ist für den nachfolgenden Schritt jedoch nicht problematisch.

2) Zielgröße amtliche Bevölkerungszahl.

Ausgehend von den Bevölkerungszahlen der Stadtuntergebiete zum Stichtag 30.09.2017 verwenden wir die Divisormethode mit Standardrundung um Bevölkerungszahlen der Stadtuntergebiete zu erhalten, die in der Summe der amtlichen Bevölkerungszahl der Stadt entsprechen.

¹¹ Für Berlin, Hamburg und Frankfurt am Main lagen nur Melderegisterdaten zu Stichtagen 30.06.2017 sowie 31.12.2017 vor. Die in Tabelle 13 angegebene Melderegisterzahlen zum 30.09.2017 wurden anhand Teil 1) des beschriebenen Vorgehens berechnet.

A.4.3 Virtuelle Benachbarungen von Gebieten

Wie erläutert berechnen wir Benachbarungen zwischen Gebieten automatisiert aus den Geometriedaten. Es gibt jedoch Gebiete, z.B. Inseln oder Exklaven, die nicht mit anderen Gebieten benachbart sind. Um auch diese nicht-angeschlossenen Gebiete in zulässige, d.h. zusammenhängende Wahlkreise einteilen zu können, haben wir in den Daten folgende sogenannte virtuelle Benachbarungen ergänzt.

Hamburg

Insel Neuwerk ist nicht mit restlichem Festland von Hamburg verbunden. Da Neuwerk zu dem Bezirk Hamburg-Mitte gehört und dessen Stadtteil Finkenwerder der Insel (über die Elbe) am örtlich nächsten ist, werden Neuwerk und Finkenwerder in unseren Daten virtuell benachbart.

- Stadtteil Neuwerk (02 0 00 0000 000_1 21) und Stadtteil Finkenwerder (02 0 00 0000 000_1 20)

Hessen

Der *Kreis Bergstraße* ist nicht zusammenhängend. Im Sinne des Einteilungsziels „administrative Grenzen einhalten“ wollen wir ermöglichen, dass der Kreis Bergstraße voll in einem Wahlkreis liegen kann, ohne dass Gemeinden vom Kreis Odenwaldkreis mit in diesem Wahlkreis liegen müssen, damit Zusammenhang vorliegt. Somit ergänzen wir folgende virtuelle Benachbarung:

- Gemeinde Wald-Michelbach (06 4 31 0021 021) und Gemeinde Hirschhorn (06 4 31 0012 012)

Baden-Württemberg

Die Gemeinde *Büdingen (am Hochrhein)* ist als Exklave gänzlich von Schweizer Staatsgebiet umgeben. Für eine Wahlkreiseinteilung auf Ebene der Gemeindeverbände, wie von uns durchgeführt, ist *keine virtuelle Benachbarung* zu ergänzen, da die Gemeinden Büdingen, Gailingen und Gottmadingen einen Gemeindeverband bilden.

Schleswig-Holstein

1) Die Gemeinde *Fehmarn* (01 0 55 0046 046) ist isoliert vom Festland. Da sie alleine einen Gemeindeverband (01 0 55 0046) bildet, wird auf der Ebene der Gemeindeverbände eine virtuelle Benachbarung eingeführt.

- GVB Fehmarn (01 0 55 0046) und GVB Oldenburg-Land (01 0 55 5543)

2) Die Gemeinde *Helgoland* (01 0 56 0025 025) ist isoliert vom Festland, bildet alleine einen Gemeindeverband und liegt im Kreis Pinneberg (01 0 56).

- GVB Helgoland (01 0 56 0025) und GVB Elmshorn-Land (01 0 56 5616)

3) Der Gemeindeverband *Föhr-Amrum* (01 0 54 5488) und der Gemeindeverband *Pellworm* (01 0 54 5459) sind vom Festland isoliert. Folgende virtuelle Benachbarungen werden hinzugefügt:

- GVB Föhr-Amrum (01 0 54 5488) und GVB Sylt (01 0 54 0168)
- GVB Föhr-Amrum (01 0 54 5488) und GVB Südtondern (01 0 54 5489)
- GVB Föhr-Amrum (01 0 54 5488) und GVB Pellworm (01 0 54 5459)
- GVB Pellworm (01 0 54 5459) und GVB Reußenköge (01 0 54 0108)
- GVB Pellworm (01 0 54 5459) und GVB Nordsee-Treene (01 0 54 5492)
- GVB Pellworm (01 0 54 5459) und GVB Eiderstedt (01 0 54 5417)

Mecklenburg-Vorpommern

Der Gemeindeverband *Insel Poel* (13 0 74 0035) ist vom Festland isoliert.

- GVB Insel Poel (13 0 74 0035) und GVB Neuburg (13 0 74 5456)

Die restlichen (Halb-) Inseln sind über Gemeindeverbände mit dem Festland verbunden.

Niedersachsen

1) Gemeindeverband *Borkum* (03 4 57 0002) und Gemeindeverband *Insel Lütje Hörn* (03 4 57 9501) sind nicht mit Festland verbunden. Beide liegen im Kreis Leer.

- GVB Borkum (03 4 57 0002) und GVB Bunde (03 4 57 0024)
- GVB Insel Lütje Hörn (03 4 57 9501) und GVB Bunde (03 4 57 0024)

2) Gemeindeverband *Nordseeinsel Memmert* (03 4 52 9501), Gemeindeverband *Juist* (03 4 52 0013), Gemeindeverband *Norderney* (03 4 52 0020) und Gemeindeverband *Baltrum* (03 4 52 0002) sind nicht mit Festland verbunden. Alle liegen im Kreis Aurich.

- GVB Nordseeinsel Memmert (03 4 52 9501) und GVB Norden (03 4 52 0019)
- GVB Juist (03 4 52 0013) und GVB Norden (03 4 52 0019)
- GVB Norderney (03 4 52 0020) und GVB Hage (03 4 52 5403)
- GVB Baltrum (03 4 52 0002) und GVB Dornum (03 4 52 0027)

3) Gemeindeverband *Langeoog* (03 4 62 0007) und Gemeindeverband *Spiekeroog* (03 4 62 0014) sind nicht mit Festland verbunden. Beide liegen im Kreis Wittmund.

- GVB Langeoog (03 4 62 0007) und GVB Esens (03 4 62 5401)
- GVB Spiekeroog (03 4 62 0014) und GVB Wittmund (03 4 62 0019)

4) Gemeindeverband *Wangerooge* (03 4 55 0021) ist nicht mit Festland verbunden.

- GVB Wangerooge (03 4 55 0021) und GVB Wangerland (03 4 55 0020)

A.5 Abkürzungen

BL Bundesland	Geo Geometriedaten
BTW Deutsche Bundestagswahl	GVB Gemeindeverband
BVerfG Bundesverfassungsgericht	Rg. Rang
BW, BY, BE, ... Abkürzungen der Namen der deutschen Bundesländer	VWE Verwaltungsebene
BWG Bundeswahlgesetz	WK Wahlkreis(e)
DtBev, Bev, Bevölkerungszahl Deutsche Bevölkerung, Stichtag 30.09.2017 (wenn nicht anders angegeben)	WKA Wahlkreisanspruch
	WKE Wahlkreiseinteilung
	unger. ungerundet
	RB Regierungsbezirk

Sebastian Goderbauer, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Doktorand
E-Mail: goderbauer@or.rwth-aachen.de

Georg Wicke, B.Sc.
Studentische Hilfskraft

Prof. Dr. Marco Lübbecke
Universitätsprofessor, Lehrstuhlinhaber
E-Mail: luebbecke@or.rwth-aachen.de

RWTH Aachen University
Lehrstuhl für Operations Research
Kackertraße 7, 52072 Aachen
www.or.rwth-aachen.de
